



**República Federativa do Brasil**  
Ministério da Indústria, Comércio Exterior  
e Serviços  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0817642-6 B1**

**(22) Data do Depósito:** 26/09/2008

**(45) Data de Concessão:** 18/09/2018



---

**(54) Título:** PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UMA PARTE DE FILME EMBUTIDO EM PROFUNDIDADE DE MATÉRIA SINTÉTICA TERMOPLÁSTICA

**(51) Int.Cl.:** B29C 51/42; B29C 51/46; B29C 51/02; B29C 51/10; B29C 45/14; B29K 69/00; B29K 75/00; B29K 23/00; B29K 33/04; B29K 25/00

**(30) Prioridade Unionista:** 28/09/2007 DE 10 2007 046 472.1

**(73) Titular(es):** BAYER MATERIALSCIENCE AG

**(72) Inventor(es):** CURT NIEBLING; KLAUS MEYER

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 29/03/2010

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UMA PARTE DE FILME EMBUTIDO EM PROFUNDIDADE DE MATÉRIA SINTÉTICA TERMOPLÁSTICA"**.

[001] A presente invenção se refere a um processo para produção de uma parte de filme embutida em profundidade, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo, de pelo menos uma matéria sintética termoplástica, de preferência, de policarbonato (PC) ou de polimetilmetacrilato ou poli(met)acrilato (PMMA).

[002] Dependendo de sua aplicação, as partes de filme termoconformadas ou peças termoconformadas, obteníveis de acordo com a invenção, apresentam, tipicamente, uma configuração gráfica, funcional e/ou decorativa, seguindo um layout predeterminando, com seções de cores diferentes e, opcionalmente, com, adicionalmente, uma ou mais seção(seções) transparentes. Essas peças termoconformadas podem ser usadas, por exemplo, como coberturas de luminárias, como placas luminosas, como partes de carcaça, como teclas de pressão ou de interruptor, como dispositivo de exibição, como placas indicadoras de escalas, de componentes e/ou instrumentos, também como mostradores de relógio e sinalizadores dos mais diversos tipos. Uma área de aplicação importante se refere às placas indicadoras ou elementos indicadores dos instrumentos, escalas e indicações no painel de instrumentos em automóveis; aqui, por exemplo, a placa indicadora do aparelho indicador de velocidade de marcha ou taquímetro; essas placas indicadoras de taquímetros também são designadas no setor técnico por "telas de taquímetro". Sem que com isso se pretenda limitar a presente invenção, o processo de acordo com a invenção é explicado abaixo por meio da produção dessas telas de taquímetro.

[003] O processo que serve de base à transformação de uma placa ou filme de matéria sintética para um corpo moldado, na maioria

das vezes formado de modo relativamente simples, é a termomoldagem ou "thermoforming". Aqui, o material básico plano é aquecido para uma temperatura de moldagem de tal modo alta que ele fica mole e plástico, e nesse estado, sob ação de forças de moldar relativamente pequenas, pode ser moldado o contorno de uma ferramenta de moldar. Essas forças de moldar podem ser produzidas, por exemplo, por aplicação de vácuo (processo de vácuo), por solicitação com um meio de pressão fluido, sob uma pressão de meio de pressão de até aproximadamente 4 a 6 bar (processo de ar comprimido) ou por uma combinação das duas medidas. Para filmes de PMMA, aqui, Plexiglas® XT (de RÖHM GMBH), é indicada por parte do fabricante, uma temperatura de moldagem de 160 a 170°C. Para termomoldagem de filmes de PC, aqui, Makrofol® (de BAYER AG), o filme precisa ser previamente aquecido no forno de aquecimento por pelo menos 8 h, a pelo menos 80°C para remover resíduos de solvente. Subsequentemente, o filme aquecido é aquecido para uma temperatura de moldagem acima de 220°C, por exemplo, por 15 a 20 s, entre um aquecimento superior, com uma temperatura superficial de aquecedor de irradiação de 600°C, e um aquecimento inferior, com uma temperatura superficial de aquecedor de irradiação de 400°C. Sem tratamento de aquecimento prévio, os resíduos de solvente causariam uma formação de bolhas no aquecimento à temperatura de moldagem e na embutição profunda subsequente. Como na termomoldagem só se trabalha com forças de moldar relativamente pequenas, o material para transformação precisa ser muito mole e plástico. Tipicamente, são obtidos, desse modo, corpos moldados de formas simples, tais como carcaças e recipientes. Uma reprodução precisa de uma configuração gráfica e/ou uma moldagem verdadeira e exata de estruturas de arestas vivas do filme básico plano, em cada caso, no corpo moldado acabado, não é possível.

[004] Por outro lado, a presente invenção também se refere a um

processo para produção de uma peça de filme embutida em profundidade, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo, com pelos menos as etapas de processo abaixo:

- é posta à disposição uma parte de filme plano, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo em uma ou nas duas superfícies, de pelo menos uma matéria sintética termoplástica, em modalidades particularmente preferidas, de policarbonato (PC) ou de polimetilmetacrilato ou poli(met)acrilato (PMMA), que compreende pelo menos uma seção de filme, que no que se refere a tamanho e impressão, metalização e/ou revestimento, corresponde à peça embutida em profundidade a ser produzida;

- essa parte de filme é montada em disposição definida em um quadro, sendo que apenas as seções do lado da borda da parte de filme estão apoiadas sobre o quadro;

- a parte de filme retida no quadro é introduzida em uma zona de aquecimento e, ali, pelo menos a seção de filme é aquecida para uma temperatura especificada; e

- a parte de filme aquecida desse modo é subsequentemente introduzida rapidamente em uma zona de transformação e ali solicitada imediatamente e diretamente com um meio de pressão fluido, sob uma pressão de meio de pressão maior que 2 Mpa (2 MPa (20 bar)), e, dentro de um período menor que 5 segundos, deformada isostaticamente à peça embutida em profundidade desejada.

[005] Um processo similar dessa espécie é conhecido do documento EP 0 371 425 B1; esse processo também é designado no setor técnico como "deformação por pressão alta ou transformação por pressão alta" de filmes de matéria sintética ou como "processo de pressão máxima" ou como "deformação a frio de filmes de acordo com o High Pressure Forming" ou processo de HPF (de High Pressure Formina). De acordo com esse processo conhecido, é transformado,

por exemplo, um filme de PC transparente, que apresenta uma espessura de camada de 125 µm (Makrofol®, adquirido de BAYER AG), com uma temperatura de amolecimento de aproximadamente 150°C para uma temperatura de trabalho no âmbito de 90 a 120°C e, depois, transformado com ajuda de ar comprimido de 15 Mpa (15 MPa (150 bar)). Essa temperatura de trabalho se refere a todo o filme.

[006] O documento DE 41 13 568 C1 descreve um dispositivo para deformação por pressão alta de filmes de matéria sintética, de acordo com esse processo de HPF. Um dispositivo desse tipo, que funciona automaticamente, apresenta pelo menos:

- uma linha contínua de placas semelhantes a quadros, deslocáveis, que são guiadas gradualmente por um transportador pelas diversas estações de trabalho do dispositivo;

- uma estação de aplicação, na qual é disposta, em cada caso, uma parte de filme plana, a ser deformada, em disposição, em cada caso, sobre uma placa;

- uma estação de aquecimento, na qual cada parte de filme é aquecida para uma temperatura especificada;

- uma estação de moldagem com uma ferramenta de moldar, em cujo espaço oco de molde é moldada a parte de filme;

- uma estação de retirada, na qual a parte de filme embutida em profundidade, deformada na estação de moldagem, é desprendida da placa que retém a mesma e chega a um recipiente coletor; e

- uma fonte para meio de pressão fluido, mantido sob uma pressão elevada, particularmente, ar comprimido, com o qual a parte de filme disposta na ferramenta de moldar, é solicitada e deformada.

[007] Uma estação de aquecimento, ali descrita detalhadamente, apresenta três campos de aquecimento, alinhados um ao lado do outro em um plano comum, que estão dispostos à distância acima da faixa de movimento da linha de placas. Cada campo de aquecimento apre-

senta diversos aquecedores de irradiação de superfície infravermelhos, dos quais alguns são comandados independentemente. Um aquecedor de irradiação piloto está equipado com sensores para detecção da temperatura ambiente e sua temperatura superficial. A temperatura superficial do aquecedor de irradiação piloto pode ser mantida constante em limites estreitos. O aquecedor de irradiação piloto fornece sinais para controle dos aquecedores de irradiação de superfície infravermelhos comandáveis independentemente, para manter a superfície de aquecimento dos mesmos também a uma temperatura especificada.

[008] Durante o avanço gradual, a parte de filme a ser aquecida permanece por um período determinado à distância desses campos de aquecimento e é aquecida à temperatura de trabalho prevista. Com ajuda dos aquecedores de irradiação de superfície infravermelhos, montados nas bordas, que apresentam uma temperatura elevada, pode ser garantido que também as seções de borda da parte de filme recebem a mesma temperatura como a seção central, de modo que toda a parte de filme apresenta uma temperatura de trabalho especificada, uniforme, determinada.

[009] Uma particularidade dessa deformação por pressão alta conhecida de filmes de matéria sintética consiste no fato de que a deformação é realizada a uma temperatura de trabalho abaixo da temperatura de amolecimento da matéria sintética do respectivo material de filme. Por exemplo, o material de policarbonato ali usado, na base de bisfenol A (Makrolon®, de BAYER AG), tem uma temperatura de amolecimento de aproximadamente 150°C; e a transformação por pressão alta é realizada a uma temperatura de trabalho de todo o filme aquecido de aproximadamente 120°C.

[0010] A experiência mostra que peças de filme, termoconformadas sob essas condições, frequentemente ainda ocorrem determina-

das forças de restauração. As peças de filme termoconformadas, produzidas desse modo, frequentemente, foram, portanto, ainda injetados complementarmente no verso com outra matéria sintética, para por à disposição produtos de dimensões estáveis. Esses processos também são designados no setor técnico como Insert Moulding. Para injeção complementar ou Insert Moulding, a peça de filme impressa e embutida em profundidade é inserida de tal modo em uma ferramenta de fundição injetada, que a impressão está voltada para o lado do bocal e é injetada complementarmente no verso, por exemplo, com uma camada com espessura de 0,5 a 3,0 mm de uma matéria sintética termoplástica. É bem apropriada, por exemplo, uma ferramenta de canal quente, com vazamento de fechamento de agulhas. Para injeção complementar são apropriadas matérias sintéticas termoplásticas, tais como, por exemplo, PC, misturas de PC com copolímeros de acrilnitrilabutadieno (ABS) e materiais de PMMA. O material líquido por fusão usado à injeção complementar índice com uma temperatura de aproximadamente 220°C a 300°C sobre o filme impresso. Para, nesse caso, evitar danificações da decoração, o filme pode ser dotado de um elemento de proteção na região dos canais de injeção; compare a esse respeito, por exemplo, DE 103 12 610 A1.

[0011] O documento EP 1 023 150 B1 se refere, entre outras coisas, a um processo para produção de um corpo moldado. Nesse processo, um filme plano, opcionalmente colorido, que pode consistir, por exemplo, em PC, é disposto sobre um espaço oco de molde. Sobre esse filme é disposta matéria sintética líquida por fusão, por exemplo, também PC,. Como o filme já fica mole e plástico no contato com a fusão de matéria sintética, pode ser formada uma pressão de gás moderada no espaço oco de molde, que apóia o peso de filme e fusão de matéria sintética, para evitar um afundamento do filme sob o peso da matéria sintética líquida por fusão. Subsequentemente, com ajuda da

matriz ou da prensa de estampar, a combinação de filme e fusão de matéria sintética é comprimida no espaço oco de molde e o filme é levado ao encosto na parede do espaço oco de molde. Depois do esfriamento, é obtido um corpo moldado, opcionalmente de paredes finas, cuja camada externa consiste no filme opcionalmente colorido.

[0012] De acordo com um processo alternativo dessa espécie (comp. o documento US 6 506 334 B1), a parte de filme cobre o espaço oco de molde em um molde inferior. Sobre essa parte de filme é colocado um pedaço de plástico, recortado de modo adequado, que previamente foi aquecido para uma determinada temperatura. Normalmente, trata-se, nesse caso, da temperatura de fusão da matéria sintética da qual consiste o pedaço de plástico, ou de uma temperatura ainda mais alta. O pedaço de plástico pode ser aquecido para essa temperatura com ajuda de aquecimento de infravermelho, de aquecimento de convecção, de aquecimento de alta frequência ou com ajuda de outra medida de aquecimento. Subsequentemente, a disposição de camada dupla, de filme opcionalmente colorido e do pedaço de plástico quente é comprimido para dentro do espaço oco de molde, com ajuda de uma prensa de estampar ou de um molde superior. Esses processos citados por último também são chamados de Compression Moulding.

[0013] Os processos citados, tais como, por exemplo, Insert Moulding, Compression Moulding e outros processos dessa espécie fornecem corpos moldados de camadas múltiplas, opcionalmente de paredes finas, nos quais o filme decorativo forma uma camada externa, mas a decoração em si se encontra dentro da massa do corpo moldado e, com isso, está protegida contra abrasão. O contato com a massa de matéria sintética líquida por fusão pode prejudicar a decoração na camada decorativa.

[0014] Com o Compression Moulding, tipicamente, não pode ser



obtida uma precisão de reprodução alta, na ordem de tamanho de  $\pm 0,1$  mm, uma vez que todo o filme já está mole e plástico na transformação. O modo de processo que requer pelo menos dois passos de trabalho é complexo. A indústria respectiva, porém, exige crescentemente peças de filmes desse tipo, estampadas em profundidade, em uma camada e de dimensões estáveis, para, desse modo, evitar a etapa de trabalho adicional da injeção complementar com matéria sintética.

[0015] Com base nesse fato, a tarefa da presente invenção consiste em indicar um processo de acordo com a espécie (comp. EP 0 371 425 B1), com o qual são obteníveis peças de filme de uma camada, termoconformadas e de dimensões estáveis de pelo menos uma matéria sintética termoplástica, em modalidades particularmente preferidas, de policarbonato (PC) ou de polimetilmetacrilato ou poli(met)acrilato (PMMA), que são praticamente livres de tensões internas e forças de restauração e que, depois da transformação por alta pressão, apresentam um posicionamento inalterado, extremamente preciso, da configuração gráfica, funcional e/ou decorativa, em uma ordem de tamanho de, de preferência,  $\pm 0,1$  mm.

[0016] Partindo de um processo para produção de uma parte de filme embutida em profundidade, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou de outro modo revestida, com pelo menos os seguintes passos de processo:

- é posta à disposição uma parte de filme plano, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo em uma ou nas duas superfícies, de pelo menos uma matéria sintética termoplástica, que compreende pelo menos uma seção de filme que, no que se refere a tamanho e impressão, metalização e/ou revestimento, corresponde à peça de embutição profunda a ser produzida;
- essa parte de filme é montada em disposição definida em

um quadro, sendo que apenas as seções do lado da borda da parte de filme estão apoiadas sobre o quadro;

- a parte de filme apoiada desse modo sobre o quadro é introduzida em uma zona de aquecimento e, ali, pelo menos a seção de filme é aquecida para uma temperatura especificada; e

- a parte de filme aquecida desse modo é subsequentemente introduzida rapidamente em uma zona de transformação e ali solicitada imediatamente e diretamente com um meio de pressão fluido de maior que 2 Mpa (2 MPa (20 bar)), e, dentro de um período menor que 5 segundos, é deformada isostaticamente à peça desejada, embutida em profundidade, é a solução de acordo com a invenção da tarefa acima, caracterizada pelo fato de que esse aquecimento é realizado para que pelo menos um lado da seção de filme citada ou da parte predominante da seção de filme apresente uma temperatura de superfície de filme no âmbito de 10 a 65°C, de preferência, de 15 a 65°C, de modo particularmente preferido, de 20 a 65°C, modo especialmente preferido, de 25 a 60°C, acima da temperatura de amolecimento de Vicat B/50.

[0017] Na temperatura de amolecimento de Vicat B/50 de uma matéria sintética termoplástica trata-se de uma temperatura de amolecimento de Vicat B50 de acordo com ISO 306(50 N; 50°C/h).

[0018] De preferência, segmentos da parte de filme individuais, de preferência, segmentos individuais da seção de filme, também ainda podem ser aquecidos para uma temperatura elevada, que excede essa temperatura de superfície de filme em pelo menos 3 não superior a 10°C, e com essa temperatura de filme são transformados sob a outras condições do processo de acordo com a invenção.

[0019] O processo de acordo com a invenção oferece em relação aos processo de acordo com o estado da técnica a vantagem de que com esse processo são obteníveis peças de filme termoconformadas,

nas quais as forças de restauração e tensões internas estão minimizadas ou que estão praticamente livres de tensões internas e forças de restauração. Além disso, nas peças de filme termoconformadas, produzidas de acordo com a invenção, pode ser obtida uma alta precisão de reprodução, na ordem de tamanho de, de preferência,  $\pm 0,1$  mm. Isso é obtido, surpreendentemente, pela combinação de acordo com a invenção das etapas de processo individuais, sem que pelo aquecimento para uma temperatura de superfície de filme no âmbito indicado, acima da temperatura de amolecimento de Vicat B/50, sejam prejudicados o filme plasticamente fluente e a precisão de reprodução no processo de deformação subsequente.

[0020] De acordo com a invenção, é aquecida toda a seção de filme ou a parte predominante da seção de filme à temperatura de superfície de filme correspondente. Nesse caso, por parte predominante da seção de filme, devem ser entendidos no contexto da invenção pelo menos 60%, pelo menos 70%, de modo particularmente preferido, pelo menos 80%, modo especialmente preferido, pelo menos 90% da seção de filme, que, no que se refere a tamanho e impressão, metalização e/ou revestimento, corresponde à peça de embutição profunda a ser produzida.

[0021] Por rápida introdução da parte de filme na zona de deformação, no sentido da presente invenção, deve ser entendido que a parte de filme, depois do aquecimento à temperatura de superfície de filme, em cada caso prevista, é transferida dentro de um período de menos de 10 s, de preferência, menos de 5 s, de modo particularmente preferido, menos de 2 s, modo especialmente preferido, menos de 1 s, à zona de deformação.

[0022] Tipicamente, são usadas partes de filme no âmbito de espessura de 100  $\mu\text{m}$  a 2.000  $\mu\text{m}$ , de preferência, no âmbito de espessura de 125 a 750  $\mu\text{m}$ , de modo particularmente preferido, no âmbito de

espessura de 125 a 600  $\mu\text{m}$ , e modo especialmente preferido, no âmbito de espessura de 200 a 500  $\mu\text{m}$ , no processo de acordo com a invenção.

[0023] No caso da matéria sintética termoplástica, pode tratar-se, de preferência, de pelo menos uma matéria sintética termoplástica selecionada de polímeros de monômeros etilenicamente insaturados e/ou policondensados de compostos reativos bifuncionais e/ou produtos de poliadição de compostos reativos bifuncionais, de preferência, de pelo menos uma matéria sintética termoplástica selecionada de polímeros de monômeros etilenicamente insaturados e/ou policondensados de compostos reativos bifuncionais. Para determinadas aplicações, pode ser vantajoso e, conseqüentemente, preferido, usar uma matéria sintética termoplástica transparente.

[0024] Matérias sintéticas termoplásticas são polycarbonatos ou copolycarbonatos na base de difenóis, poli- ou copoliacrilatos e poli- ou copolimetacrilatos, tais como, exemplificadamente e de preferência, polimetilmetacrilato ou poli(met)acrilato (PMMA), poli- ou copolímeros com estireno, tais como poliestireno ou poliestirenoacrilonitrila (SAN), poliuretanos termoplásticos, bem como poliolefinas, tais como exemplificadamente e de preferência, tipos de polipropileno ou poliolefinas, na base de olefinas cíclicas (por exemplo, TOPAS®, de Hoechst), poli- ou copolicondensados do ácido tereftálico, tais como, exemplificadamente e de preferência, poli- ou copolietilentereftalato (PET ou CoPET), PET modificado com glicol (PETG), poli- ou copolíciclohexandimetilentereftalato modificado com glicol (PCTG) ou poli- ou copolibutilentereftalato (PBT ou CoPBT) ou misturas das poliolefinas citadas acima, tal como, por exemplo, polipropileno, sem adição de outras matéria sintética termoplásticas citadas acima, no entanto, são menos preferidas para o processo de acordo com a invenção.

[0025] Matérias sintéticas termoplásticas preferidas são policarbo-

atos ou copolicarbonatos, poli- ou copoliacrilatos, poli- ou copolimeta-  
crilatos ou misturas que contém pelo menos uma dessas matérias sin-  
téticas termoplásticas. São particularmente preferidos policarbonatos  
ou copolicarbonatos, particularmente, com pesos moleculares médios  
 $M_w$  de 500 a 100.000, de preferência, de 10.000 a 80.000, de modo  
particularmente preferido, de 15.000 a 40.000 ou misturas dos mes-  
mos, com pelo menos um poli- ou copolicondensado do ácido tereftáli-  
co, com pesos moleculares médios  $M_w$  de 10.000 a 200.000, de prefe-  
rência, de 26.000 a 120.000, ou poli- ou copoliacrilatos e poli- ou copo-  
limetacrilatos, com pesos moleculares médios  $M_w$  no âmbito de  
30.000 a 300.000, matéria prima no âmbito de 80.000 a 250.000.

[0026] Como poli- ou copolicondensados do ácido tereftálico são  
apropriados em modalidades preferidas da invenção polialquilenteref-  
talatos. Polialquilentereftalatos apropriados são, por exemplo, produtos  
de reação de ácidos dicarboxílicos aromáticos ou seus derivados rea-  
tivos (por exemplo, ésteres ou anidridos de dimetila) e dioleno alifático,  
cicloalifático ou aralifático e misturas desses produtos de reação.

[0027] Polialquilentereftalatos preferidos podem ser preparados de  
ácido tereftálico (ou de seus derivados reativos) e dioleno alifático ou  
cicloalifático, com 2 a 10 átomos de C, de acordo com métodos co-  
nhecidos (Kunststoff-Handbuch, vol. VIII, p. 695 ss., Karl-Hanser-  
Verlag, Munique 1973).

[0028] Os polialquilentereftalatos podem conter, além de ésteres  
de ácido tereftálico, até 20% em mol de radicais de outros ácidos di-  
carboxílicos aromáticos, com 8 a 14 átomos de C ou ácidos dicarboxí-  
licos com 4 a 12 átomos de C, tais como, por exemplo, radicais de áci-  
do ftálico, ácido isoftálico, ácido naftalin-2,6-dicarboxílico, ácido 4,4'-  
difenildicarboxílico, ácido succínico, ácido adípico, ácido sebácico, áci-  
do azeláico, ácido ciclo-hexandiacético.

[0029] Os polialquilentereftalatos podem conter, além de radicais

de etileno ou butandiol-1,4-glicol, até 80% em mol de outros dióis alifáticos, com 3 a 12 átomos de C, ou dióis cicloalifáticos, com 6 a 21 átomos de C, por exemplo, radicais de propan-1,3-diol, 2-etilpropan-1,3-diol, neopentil glicol, pentan-1,5-diol, hexan-1,6-diol, ciclo-hexan-1,4-dimetanol, 3-metilpentan-2,4-diol, 2-metilpentan-2,4-diol, 2,2,4-trimetilpentan-1,3-diol e 2-etilhexan-1,6-diol, 2,2-dietilpropan-1,3-diol, hexan-2,5-diol, 1,4-di-([beta]-hidroxietóxi)-benzeno, 2,2-bis-(4-hidroxiciclo-hexil)-propano, 2,4-dihidróxi-1,1,3,3-tetrametil-ciclobutano, 2,2-bis-(3-[beta]-hidroxietoxifenil)-propano e 2,2-bis-(4-hidroxipropoxifenil)-propano (comp. DE-OS 24 07 674, 24 07 776, 27 15 932).

[0030] Os polialquiltereftalatos podem ser ramificados por incorporação de quantidades relativamente pequenas de álcoois 3- ou 4-valentes ou ácidos carboxílicos 3- ou 4-básicos, tais como estão descritos nos documentos DE-OS 19 00 270 e US-OS 3 692 744. Exemplos de agentes de ramificação preferidos são ácido trimesínico, ácido trimetílico, trimetiloetano e – propano e pentaeritrita.

[0031] De preferência, não é usado superior a 1% em mol do agente de ramificação, com relação ao componente de ácido.

[0032] São particularmente preferidos polialquiltereftalatos, que foram preparados unicamente de ácido tereftálico e de seus derivados reativos (por exemplo, de seus ésteres de dialquila) e radicais de etilenglicol e/ou butandiol-1,4 e/ou 1,4-ciclo-hexandimetanol, e misturas desses polialquiltereftalatos.

[0033] Polialquiltereftalatos preferidos também são copoliésteres, que são preparados de pelo menos dois dos componentes de ácido citados acima e/ou de pelo menos dois dos componentes de álcool citados acima, copoliésteres particularmente preferidos são poli(etilenglicol/butandiol-1,4)tereftalatos.

[0034] Os polialquiltereftalatos, usados de preferência, como

componente, possuem, de preferência, uma viscosidade intrínseca de cerca de 0,4 a 1,5 dl/g, pre,5 a 1,3 dl/g, em cada caso, medida em fenol/-diclobenzeno (1:1 partes em peso), a 25°C.

[0035] Em modalidades particularmente preferida da invenção, no caso da mistura de pelo menos policarbonato ou copolicarbonato com pelo menos um poli- ou copolicondensado do ácido tereftálico, trata-se de uma mistura de pelo menos um policarbonato ou copolicarbonato com poli- ou copolibutilenotereftalato ou poli- ou copoliciclohexandimetilenotereftalato modificado com glicol. Em uma mistura desse tipo de policarbonato ou copolicarbonato com poli- ou copolibutilentereftalato ou poli- ou copoliciclohexandimetilentereftalato modificado com glicol, pode tratar-se, de preferência, de uma mistura de 1 a 90% em peso de policarbonato ou copolicarbonato e 99 a 10% em peso de poli- ou copolibutilentereftalato ou poli- ou copoliciclohexandimetilentereftalato modificado com glicol, de preferência, com 1 a 90% em peso de policarbonato e 99 a 10% em peso de polibutilentereftalato ou policiclohexandimetilentereftalato modificado com glicol, sendo que as frações se somam para 100% em peso. De modo particularmente preferido, em uma mistura desse tipo de policarbonato ou copolicarbonato com poli- ou copolibutilentereftalato ou poli- ou copoliciclohexandimetilentereftalato modificado com glicol, pode tratar-se de uma mistura com 20 a 85% em peso de policarbonato ou copolicarbonato e 80 a 15% em peso de polibutilentereftalato ou policiclohexandimetilentereftalato modificado com glicol, sendo que as frações se somam para 100% em peso. De modo especialmente preferido, em uma mistura desse tipo de policarbonato ou copolicarbonato com poli- ou copolibutilentereftalato ou poli- ou copoliciclohexandimetilentereftalato modificado com glicol, pode tratar-se de uma mistura com 35 a 80% em peso de policarbonato ou copolicarbonato e 65 a 205 em peso de poli- ou copolibutilentereftalato ou poli- ou copoli-

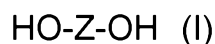
ciclo-hexandimetilentereftalato modificado com glicol, de preferência, com 35 a 80% em peso de policarbonato e 65 a 20% em peso de polibutilentereftalato ou policiclo-hexandimetilentereftalato modificado com glicol, sendo que as frações se somam para 100% em peso. Em modalidades especialmente preferidas, pode tratar-se de misturas de policarbonato e policiclo-hexandimetilentereftalato modificado com glicol nas composições citadas acima.

[0036] Como policarbonatos ou copolicarbonatos são apropriados em modalidades preferidas, particularmente, policarbonatos ou copolicarbonatos aromáticos.

[0037] Os policarbonatos ou copolicarbonatos podem, de modo conhecido, ser lineares ou ramificados.

[0038] A preparação desses policarbonatos pode dar-se de modo conhecido de difenóis, derivados de ácido carbônico, opcionalmente, interruptores de cadeia e, opcionalmente, agentes de ramificação. Detalhes da preparação de policarbonatos estão registrados em muitos documentos de patente, há aproximadamente 40 anos. Exemplificadamente, faz-se referência, aqui, apenas a Schnell, "Chemistry and Physics of Polycarbonates", Polymer Reviews, volume 9, Interscience Publishers, Nova Iorque, Londres, Sidnei 1964, a D. Freitag, U. Grigo, P. R. Müller, H. Nouvertne, BAYER AG, "Polycarbonates" em Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, volume 11, segunda edição, 1988, páginas 648-718, e, finalmente, a Drs. U. Grigo, K. Kirchner e P. R. Müller "Polycarbonate" em Becker/Braun, Kunststoff-Handbuch, volume 3/1, Polycarbonate, Polyacetale, Polyester, Celluloseester, Carl Hanser Verlag Munique, Viena 1992, páginas 117-299.

[0039] Difenóis apropriados podem ser, por exemplo, compostos de di-hidroxiarila da fórmula geral (I)



sendo que Z é um radical aromático com 6 a 34 átomos de C, que po-



de conter um ou mais núcleos aromáticos, opcionalmente substituídos, e radicais alifáticos ou cicloalifáticos ou alquilarilas ou heteroátomos como membros de ponte.

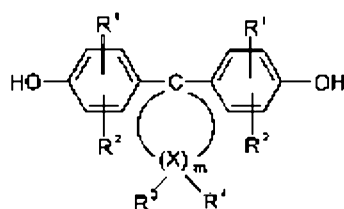
[0040] Exemplos de compostos de di-hidroxiarila apropriados são di-hidroxibenzenos, di-hidroxidifenis, bis-(hidroxifenil)-alcanos, bis-(hidroxifenil)-cicloalcanos, bis-(hidroxifenil)-arilas, bis-(hidroxifenil)-éteres, bis-(hidroxifenil)-cetonas, bis-(hidroxifenil)-sulfetos, bis-(hidroxifenil)-sulfonas, bis-(hidroxifenil)-sulfóxidos, 1,1'-bis-(hidroxifenil)-di-isopropilbenzenos, bem como os compostos alquilados no núcleo e halogenados no núcleo dos mesmos.

[0041] Esses e outros compostos de di-hidroxiarila estão descritos, por exemplo, nos documentos DE-A 3 832 396, FR-A 1 561 518, em H. Schnell, Chemistry and Physics of Polycarbonates, Interscience Publishers, New York 1964, p. 28 ss., p. 102 ss., e em D. G. Legrand, J. T. Bendler, Handbook of Polycarbonate Science and Technology, Marcel Dekker New York 2000, p. 72 ss.

[0042] Compostos de di-hidroxiarila preferidos são, por exemplo, resorcina, 4,4'-di-hidroxidifenila, bis-(4-hidroxifenil)-metano, bis-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-metano, bis-(4-hidroxifenil)-difetil-metano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-1-fenil-etano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-1-(1-naftil)-etano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-1-(2-naftil)-etano, 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-propano, 2,2-bis-(3-metil-4-hidroxifenil)-propano, 2,2-bis-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-propano, 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-1-fenil-propano, 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-hexafluor-propano, 2,4-bis-(4-hidroxifenil)-2-metil-butano, 2,4-bis-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-2-metilbutano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-ciclo-hexano, 1,1-bis-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-ciclo-hexano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-4-metil-ciclo-hexano, 1,3-bis-[2-(4-hidroxifenil)-2-propil]-benzeno, 1,1'-bis-(4-hidroxifenil)-3-di-isopropil-benzeno, 1,1'-bis-(4-hidroxifenil)-4-di-isopropil-benzeno, 1,3-bis-[2-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-2-propil]-benzeno, bis-(4-hidroxifenil) éter, bis-(4-

hidroxifenil) sulfeto, bis-(4-hidroxifenil) sulfona, bis-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil) sulfona e 2,2',3,3'-tetrahidro-3,3',3'-tetrametil-1,1'-espiro-bi-[1H-indeno]-5,5'-diol ou

[0043] di-hidroxidifenilcicloalcanos da fórmula (Ia)



(Ia)

na qual

[0044]  $R^1$  e  $R^2$  independentemente um do outro, significam hidrogênio, halogênio, de preferência, cloro ou bromo,  $C_1$ - $C_8$ -alquila,  $C_5$ - $C_6$ -cicloalquila,  $C_6$ - $C_{10}$ -arila, de preferência, fenila, e  $C_7$ - $C_{12}$ -aralquila, de preferência, fenil- $C_1$ - $C_4$ -alquila, particularmente benzila,

[0045] m significa um número inteiro de 4 a 7, de preferência, 4 ou 5,

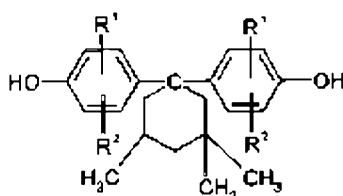
[0046]  $R^3$  e  $R^4$  podem ser escolhidos individualmente para cada X e, independentemente um do outro, significam hidrogênio ou  $C_1$ - $C_6$ -alquila e

[0047] X significa carbono,

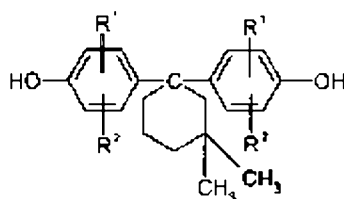
[0048] com a condição de que em pelo menos um átomo, X,  $R^3$  e  $R^4$  signifiquem, simultaneamente, alquila. De preferência, na fórmula (Ia)  $R^3$  e  $R^4$  são simultaneamente alquila, em um ou dois átomos X, particularmente, apenas em um átomo de X.

[0049] O radical preferido para os radicais  $R^3$  e  $R^4$  na fórmula (Ia) é metila. Os átomos de X na posição alfa ao átomo de C, substituído com difenila (C-1), estão, de preferência, não substituídos com dialquila, por outro lado, a dissustituição de alquila é preferida na posição beta a C-1.

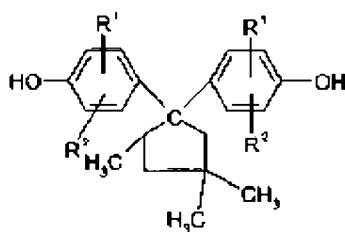
[0050] Di-hidroxi-difenilcicloalcanos da fórmula (Ia) particularmente preferidos são aqueles com 5 e 6 átomos de C anelares de X no radical cicloalifático (  $m = 4$  ou  $5$  na fórmula (Ia)), por exemplo os difenóis das fórmulas (Ib) a (Id)



(Ia-1)



(Ia-2)



(Ia-3)

[0051] Um di-hidroxi-difenilcicloalcano especialmente preferido da fórmula (Ia) é 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-3,3,5-trimetil-ciclo-hexano fórmula (I-1), com  $R^1$  e  $R^2$  igual a H).

[0052] Esses policarbonatos podem ser preparados de acordo com o documento EP-A 359 953 de di-hidroxi-difenilcicloalcanos da fórmula (Ia).

[0053] Compostos de di-hidroxiarila particularmente preferidos são resorcina, 4,4'-di-hidroxi-difenila, bis-(4-hidroxifenil)-difenil-metano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-1-fenil-etano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-1-(1-naftil)-

etano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-1-(2-naftil)-etano, 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-propano, 2,2-bis-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-propano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-ciclo-hexano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-3,3,5-trimetil-ciclo-hexano, 1,1'-bis-(4-hidroxifenil)-3-di-isopropil-benzeno e 1,1'-bis-(4-hidroxifenil)-4-di-isopropil-benzeno.

[0054] Compostos de di-hidroxiarila especialmente preferidos são 4,4'-di-hidroxidifeenila, 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-propano e 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-3,3,5-trimetil-ciclo-hexano.

[0055] Podem ser usados tanto um composto de di-hidroxiarila, sob formação de homopolicarbonatos, como também diversos compostos de di-hidroxiarila, sob formação de copolicarbonatos.

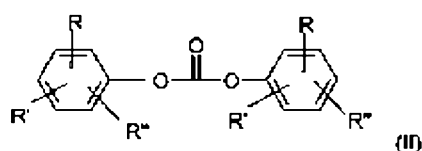
[0056] Podem ser usados tanto um composto de di-hidroxiarila da fórmula (I) ou (Ia), sob formação de homopolicarbonatos, como também diversos compostos de di-hidroxiarila da fórmula (I) ou (Ia), sob formação de copolicarbonatos. Nesse caso, os diversos compostos de di-hidroxiarila podem ser ligados uns aos outros tanto aleatoriamente como também em blocos. No caso de copolicarbonatos de compostos de dihidroxiarila da fórmula (Ia) e (Ia), a relação molar de compostos de di-hidroxiarila da fórmula (I) para os outros compostos de dihidroxiarila da fórmula (Ia), a ser opcionalmente usados em conjunto, perfaz, de preferência, entre 99 % em mol de (Ia) para 1 % em mol de (I) e 2 % em mol de (Ia) para 98 % em mol de (I), de preferência, entre 99 % em mol de (Ia) para 1 % em mol de (I) e 10 % em mol de (Ia) para 90 % em mol de (I) e, particularmente, entre 99 % em mol de (Ia) para 1 % em mol de (I) e 30 % em mol de (Ia) para 70 % em mol de (I).

[0057] Um copolicarbonato especialmente preferido pode ser preparado sob uso de 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-3,3,5-trimetilciclo-hexano e 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-propano como compostos de di-hidroxiarila da fórmula (Ia) e (I).

[0058] Poli- ou copolicarbonatos, preparados sob uso de compos-

tos de di-hidroxiarila da fórmula (Ia), normalmente apresentam uma temperatura de transição de vidro mais alta  $T_g$  e uma temperatura de amolecimento de Vicat B/50 mais alta do que polipolicarbonato na base de 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-propano de um composto de di-hidroxiarila.

[0059] Derivados de ácido carbônico apropriados podem ser, por exemplo, diarilcarbonatos da fórmula geral (II)



na qual

[0060] R, R' e R'', independentemente um do outro, são idênticos ou diferentes e representam hidrogênio, C<sub>1</sub>-C<sub>34</sub>-alquila, C<sub>7</sub>-C<sub>34</sub>-alquilarila ou C<sub>6</sub>-C<sub>34</sub>-arila linear ou ramificado, R também pode significar, ainda, -COO-R''', onde R''' representa hidrogênio, C<sub>1</sub>-C<sub>34</sub>-alquila, C<sub>7</sub>-C<sub>34</sub>-alquilarila ou C<sub>6</sub>-C<sub>34</sub>-arila linear ou ramificado.

[0061] Carbonatos de diarila preferidos são, por exemplo, difenilcarbonato, metilfenil-fenilcarbonatos e di-(metilfenil)-carbonatos, 4-etilfenil-fenilcarbonato, di-(4-etilfenil)carbonato, 4-n-propilfenil-fenilcarbonato, di-(4-n-propilfenil)carbonato, 4-iso-propilfenil-fenilcarbonato, di-(4-iso-propilfenil)-carbonato, 4-n-butilfenil-fenilcarbonato, di-(4-n-butilfenil)-carbonato, 4-iso-butilfenil-fenilcarbonato, di-(4-iso-butilfenil)-carbonato, 4-terc-butilfenil-fenilcarbonato, di-(4-terc-butilfenil)-carbonato, 4-n-pentilfenil-fenilcarbonato, di-(4-n-pentilfenil)-carbonato, 4-n-hexilfenil-fenilcarbonato, di-(4-n-hexilfenil)-carbonato, 4-iso-octilfenil-fenilcarbonato, di-(4-iso-octilfenil)-carbonato, 4-n-nonilfenil fenilcarbonato, di-(4-n-nonilfenil) carbonato, 4-ciclo-hexilfenil fenilcarbonato, di-(4-ciclo-hexilfenil) carbonato, 4-(1-metil-1-feniletil)-fenil fenilcarbonato, di-[4-(1-metil-1-feniletil)-fenil] carbonato, bifenil-4-il fenilcarbonato,

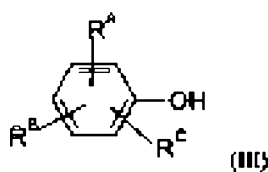
di(bifenil-4-il) carbonato, 4-(1-naftil)-fenil-fenilcarbonato, 4-(2-naftil)-fenil-fenilcarbonato, di-[4-(1-naftil)-fenil]-carbonato, di-[4-(2-naftil)-fenil]-carbonato, 4-fenoxifenil-fenilcarbonato, di-(4-fenoxifenil)-carbonato, 3-pentadecilfenil-fenilcarbonato, di-(3-pentadecilfenil)-carbonato, 4-tritilfenil-fenilcarbonato, di-(4-tritilfenil)-carbonato, metil-salicilato fenilcarbonato, di-(metil-salicilato)-carbonato, etil-salicilato fenilcarbonato, di-(etil-salicilato) carbonato, n-propil-salicilato fenilcarbonato, di-(n-propil-salicilato)-carbonato, iso-propil-salicilato-fenilcarbonato, di-(iso-propil-salicilato)-carbonato, n-butil-salicilato-fenilcarbonato, di-(n-butil-salicilato)-carbonato, iso-butil-salicilato fenilcarbonato, di-(iso-butil-salicilato)-carbonato, terc-butil-salicilato fenilcarbonato, di-(terc-butil-salicilato)-carbonato, di-(fenil-salicilato)-carbonato e di-(benzila-salicilato)-carbonato.

[0062] Compostos de diarila particularmente preferidos são difenilcarbonato, 4-terc-butilfenil-fenilcarbonato, di-(4-terc-butilfenil)-carbonato, difenil-4-il-fenilcarbonato, di-(bifenil-4-il)-carbonato, 4-(1-metil-1-feniletil)-fenil-fenilcarbonato, di-[4-(1-metil-1-feniletil)-fenil]-carbonato e di-(metilsalicilato)-carbonato.

[0063] É especialmente preferido difenilcarbonato.

[0064] Podem ser usados tanto um diarilcarbonato como também diversos diarilcarbonatos.

[0065] Para controle ou modificação dos grupos terminais, podem ser usados, adicionalmente, um ou mais compostos de monohidroxiarila como interruptores de cadeia, que não foram usados para preparação do ou dos diarilcarbonatos usados. Nesse caso, pode tatar-se daqueles da fórmula geral (III)



sendo que

[0066]  $R^A$  representa  $C_1$ - $C_{34}$ -alquila,  $C_7$ - $C_{34}$ -alquilarila,  $C_6$ - $C_{34}$ -arila ou  $-COO-R^D$  linear ou ramificado, sendo que  $R^D$  representa hidrogênio,  $C_1$ - $C_{34}$ -alquila,  $C_7$ - $C_{34}$ -alquilarila ou  $C_6$ - $C_{34}$ -arila linear ou ramificado, e

[0067]  $R^B$ ,  $R^C$  independentemente um do outro, são idênticos ou diferentes e representam hidrogênio,  $C_1$ - $C_{34}$ -alquil,  $C_7$ - $C_{34}$ -alquilaril ou  $C_6$ - $C_{34}$ -aril linear ou ramificado.

[0068] Esses compostos de mono-hidroxiarila são, por exemplo, 1-, 2- ou 3-metilfenol, 2,4-dimetilfenol, 4-etilfenol, 4-n-propilfenol, 4-isopropilfenol, 4-n-butilfenol, 4-isobutilfenol, 4-terc-butilfenol, 4-n-pentilfenol, 4-n-hexilfenol, 4-iso-octilfenol, 4-n-nonilfenol, 3-pentadecilfenol, 4-ciclo-hexilfenol, 4-(1-metil-1-feniletil)-fenol, 4-fenilfenol, 4-fenoxifenol, 4-(1-naftil)-fenol, 4-(2-naftil)-fenol, 4-tritilfenol, salicilato de metila, salicilato de etila, salicilato de n-propila, salicilato de iso-propila, salicilato de n-butila, salicilato de iso-butila, salicilato de terc-butila, salicilato de fenila e salicilato de benzila.

[0069] 4-terc-Butilfenol, 4-iso-octilfenol e 3-pentadecilfenol preferidos.

[0070] Agentes de ramificação apropriados podem ser compostos com três ou mais grupos funcionais, de preferência, com três ou mais grupos hidroxila.

[0071] Compostos apropriados com três ou mais grupos hidroxila fenólicos são, por exemplo, floroglucina, 4,6-dimetil-2,4,6-tri-(4-hidroxifenil)-hept-2-eno, 4,6-dimetil-2,4,6-tri-(4-hidroxifenil)-heptano, 1,3,5-tri-(4-hidroxifenil)-benzeno, 1,1,1-tri-(4-hidroxifenil)-etano, tri-(4-hidroxifenil)-fenilmetano, 2,2-bis-(4,4-bis-(4-hidroxifenil)-ciclo-hexil]-propano, 2,4-bis-(4-hidroxifenil-isopropil)-fenol e tetra-(4-hidroxifenil)-metano.

[0072] Outros compostos apropriados com três ou mais grupos

funcionais são, por exemplo, ácido 2,4-di-hidroxibenzóico, ácido trimesínico (tricloreto), tricloreto e ácido cianúrico e 3,3-bis-(3-metil-4-hidroxifenil)-2-oxo-2,3-di-hidroindol.

[0073] Agentes de ramificação preferidos são 3,3-bis-(3-metil-4-hidroxifenil)-2-oxo-2,3-di-hidroindol e 1,1,1-tri-(4-hidroxifenil)-etano.

[0074] Tanto (met)acrilato de polimetila (PMMA) e PMMA modificado para impacto (im-PMMA) como misturas de PMMA ou de im-PMMA podem ser usados como (met)acrilato de polimetila. Eles podem ser obtidos sob o nome comercial de Plexiglas de Röhm GmbH. (met)acrilato de polimetil é entendido como significando tanto polímeros do ácido metacrílico e seus derivados, por exemplo, seus ésteres, como polímeros de ácido acrílico e seus derivados, e misturas dos dois componentes acima.

[0075] São preferidas matérias sintéticas de (met)acrilato de polimetila com um teor de monômero de metacrilato de metila de pelo menos 80 % em peso, de preferência, pelo menos 90 % em peso e, opcionalmente, 0 % em peso a 20 % em peso, de preferência, 0 % em peso a 10 % em peso de outros monômeros vinilicamente copolimerizáveis, tais como, por exemplo, C1- a C8-alkil ésteres de ácido acrílico ou de ácido metacrílico, por exemplo, ácido metacrílico, por exemplo acrilato de metila, acrilato de etila, acrilato de butila, metacrilato de butila, metacrilato de hexila e metacrilato de ciclo-hexila, ainda estireno e derivados de estireno, tais como, por exemplo, [alfa]-metilestireno or p-metilestireno, são preferidos. Outros monômeros podem ser ácido acrílico, ácido metacrílico, anidrido maléico, ésteres de hidróxi de ácido acrílico ou ésteres de hidróxi de ácido metacrílico.

[0076] as matérias sintéticas termoplásticas podem conter, além disso, materiais de enchimento, opcionalmente, de preferência, em uma quantidade de até 30% em peso. Esses materiais de enchimento são conhecidos do técnico. Por exemplo, podem ser usados materiais



de enchimento inorgânicos, tais como, por exemplo, pigmentos inorgânicos.

[0077] Nos pigmentos inorgânicos apropriados estão incluídos, por exemplo, óxidos, tais como dióxido de silício, dióxido de titânio, dióxido de zircônio, óxido de ferro, óxido de zinco e óxido de cromo(III), sulfetos, tais como sulfetos de zinco e sulfetos de cádmio, e sais, tais como sulfato de bário, seleneto de cádmio, ultramarino e titanato de cromo de níquel. Também são apropriados como pigmentos no presente contexto carbonatos, tais como carbonato de cálcio e carbonato de bário e negro-de-carvão. Um pigmento particularmente preferido é sulfato de bário. Esses pigmentos são incorporados na composição da invenção em uma quantidade de 0,1 a 30% em peso, de preferência, 2 a 15% em peso, com relação ao peso da composição.

[0078] As matérias sintéticas termoplásticas podem conter, além disso, pigmentos de dispersão como materiais de enchimento, que são bem-conhecidos do técnico e estão descritos, por exemplo, no documento WO-A 2007/045380.

[0079] Esses materiais de enchimento podem ser usados, de preferência, tamanhos de partículas médios de 0,01  $\mu\text{m}$  a 50  $\mu\text{m}$ .

[0080] No caso das partes de filme a ser deformadas, de pelo menos uma matéria sintética termoplástica, também pode tratar-se de um filme de coextrusão de pelo menos duas matérias sintéticas termoplásticas diferentes. De preferência, trata-se, nesse caso, de um filme de coextrusão de pelo menos duas camadas, com uma estrutura de camadas, que compreende

(1) pelo menos uma camada superior de uma matéria sintética termoplástica, com uma temperatura de amolecimento de vicat B/50 ( $T_{\text{vicat1}}$ ), e

(2) pelo menos uma camada situada abaixo, de uma matéria sintética termoplástica com uma temperatura de amolecimento de

vicat B/50 ( $T_{\text{vicat}2}$ ), que é mais alta do que a temperatura de amolecimento de vicat B/50 ( $T_{\text{vicat}1}$ ).

[0081] De modo particularmente preferido, no caso do filme de coextrusão de camadas múltiplas trata-se de um filme de coextrusão de três camadas, de preferência, de três camadas, com uma estrutura de camada, que compreende

(1) pelo menos uma camada superior e uma inferior de uma matéria sintética termoplástica, com uma temperatura de amolecimento de vicat B/50 ( $T_{\text{vicat}1}$ ) e

(2) pelo menos uma camada, de preferência, situada intermediariamente, de uma matéria sintética termoplástica com uma temperatura de amolecimento de vicat B/50 ( $T_{\text{vicat}2}$ ), que é mais alta do que a temperatura de amolecimento de vicat B/50 ( $T_{\text{vicat}1}$ ).

[0082] No processo de acordo com a invenção, vantajosamente, o lado da seção de filme do filme de coextrusão da matéria sintética termoplástica, com a temperatura de amolecimento de vicat B/50 ( $T_{\text{vicat}1}$ ), é aquecida à temperatura de superfície de filme indicada. De preferência, a temperatura, à qual esse lado da seção de filme é aquecido, situa-se entre  $T_{\text{vicat}1}$  e  $T_{\text{vicat}2}$ .

[0083] Em vez dos filmes de coextrusão apresentados acima, nos filmes utilizados também pode tratar-se de filmes compostos de laminado, doravante também chamados, abreviadamente, como filmes de laminado, nos quais pelo menos duas camadas de pelo menos duas matérias sintéticas termoplásticas diferentes com  $T_{\text{vicat}1}$  e  $T_{\text{vicat}2}$  são laminadas uma sobre a outra.

[0084] Em modalidades particularmente preferidas, no caso da matéria sintética termoplástica, com  $T_{\text{vicat}1}$ , trata-se de um poli- ou copoliacrilato ou poli- ou copolimetacrilato, tal como, por exemplo, polimetilmetacrilato ou poli(met)acrilato, ou de uma mistura de pelo menos um policarbonato ou copolicarbonato com pelo menos um poli- ou co-

policondensado do ácido tereftálico. Para esse fim, são de interesse os poli- ou copoliacrilatos ou poli- ou copolimetacrilatos já citados acima, tal como polimetilmetacrilato ou poli(met)acrilato, ou misturas de pelo menos um policarbonato ou copolicarbonato com pelo menos um poli- ou copolicondensado do ácido tereftálico. Misturas particularmente preferidas à matéria sintética com  $T_{\text{vict2}}$  são misturas de policarbonato ou copolicarbonato com poli- ou copolibutilentereftalato nas composições já citadas acima.

[0085] O uso desses filmes de coextrusão ou filmes de laminado no processo de acordo com a invenção oferece a vantagem adicional que, mesmo a um aquecimento mais longo à temperatura correspondente, acima da temperatura de amolecimento de vicat da camada superior, devido à camada inferior ou central, com temperatura de amolecimento de vicat mais alta, o filme inteiro não fica plástico, e o risco do afundamento visível, sob o peso próprio do filme, pode ser mais bem evitado ou reduzido. Particularmente no uso dos filmes de coextrusão de três camadas ou filmes de laminado, o núcleo desse filme de coextrusão ou filme de laminado, no sentido a camada intermediária de uma matéria sintética termoplástica com uma temperatura de amolecimento de vicat B/50 ( $T_{\text{vicat2}}$ ), na realização do processo de acordo com a invenção, permanece, vantajosamente, a temperaturas abaixo da temperatura de amolecimento de vicat B/50 ( $T_{\text{vicat2}}$ ).

[0086] Em modalidades especialmente preferidas do processo de acordo com a invenção, trata-se de um processo à produção de uma peça de filme embutida em profundidade, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo, com pelo menos os seguintes passos de processo:

- é posta à disposição uma parte de filme plana, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo em uma ou nas duas superfícies, de policarbonato (PC), de preferên-

cia, de policarbonato baseado em 2,2-bis-4-(hidroxifenil)-propano (bis-fenol A) como composto de di-hidroxiarila, que compreende pelo menos uma seção de filme, que no que se refere a tamanho e impressão, metalização e/ou revestimento corresponde a peça de embutição profunda a ser produzida,

- essa parte de filme é montada em disposição definida em um quadro, sendo que apenas as seções dos lados de borda da parte de filme apóiam-se sobre o quadro;

- a parte de filme apoiada desse modo sobre o quadro é introduzida em uma zona de aquecimento e, ali, pelo menos a seção de filme é aquecida para uma temperatura especificada; e

- a parte de filme aquecida desse modo é subsequentemente introduzida rapidamente em uma zona de deformação e, ali, imediatamente e diretamente solicitada com um meio de pressão fluido com mais de 2 Mpa (2 MPa (20 bar)) e dentro de um período menor que 5s é deformada isostaticamente à peça de embutição profunda desejada, caracterizado pelo fato de que esse aquecimento é realizado para que pelo menos um lado de toda a seção de filme ou a parte predominante da seção de filme apresente uma temperatura de superfície de filme no âmbito de 20 a 65%, de preferência, 30 a 60°C acima, de modo particularmente preferido, 35 a 60 .C acima da temperatura de amolecimento de vicat B/50, modo especialmente preferido, de 180°C a 200°C.

[0087] No contexto da presente invenção é suficiente quando apenas um lado de toda a seção de filme ou da parte predominante da seção de filme é aquecido à temperatura de superfície de filme no âmbito citado. O outro lado, oposto, de toda a seção de filme ou da parte predominante da seção de filme pode permanecer a uma temperatura de superfície de filme mais baixa, por exemplo, a uma temperatura de superfície de filme mais baixa, de até aproximadamente 10°C.

[0088] De preferência, no processo de acordo com a invenção é realizado esse aquecimento para que os dois lados de toda a seção de filme ou a parte predominante da seção de filme apresentem uma temperatura de superfície de filme no âmbito de 10 a 65°C acima da temperatura de amolecimento de vicat B/50.

[0089] Quando esse aquecimento é realizado com ajuda de um aquecimento de superfície, por exemplo, com ajuda de ar quente ou com ajuda de aquecedores de irradiação, então a região de núcleo da parte de filme, mesmo ao atingir a temperatura de superfície de filme no âmbito citado, ainda vai apresentar uma temperatura na região de núcleo mais baixa do que essa temperatura de superfície de filme; de preferência, essa temperatura da região de núcleo pode ser aproximadamente 30°C, de preferência, até 20°C mais baixa do que essa temperatura de superfície de filme.

[0090] A região de núcleo compreende, de preferência, aproximadamente 60 a 80% da seção transversal do filme ou, no caso dos filmes de coextrusão de três camadas, de preferência, a região da camada central.

[0091] As explicações acima sobre a temperatura de superfície de filme também valem às indicações subsequentes sobre a temperatura de superfície de filme na descrição abaixo e nas reivindicações.

[0092] Se for aquecido apenas para uma temperatura de superfície de filme abaixo do âmbito citado, nas modalidades especialmente preferidas do processo de acordo com a invenção, sob uso de policarbonato, para menos de 180°C, podem ocorrer na peça de filme embutida em profundidade sempre ainda forças de restauração e tensões, que prejudicam a estabilidade das dimensões de uma peça de filme de uma camada. Se, por outro lado, toda a seção de filme for aquecida para uma temperatura de superfície de filme nitidamente acima do âmbito citado, nas modalidades especialmente preferidas do processo

de acordo com a invenção, sob uso de policarbonato, acima de 200°C, então já podem ocorrer processos de fluência locais, que põem em risco a precisão de reprodução.

[0093] De preferência, toda a seção de filme ou a parte predominante da seção de filme, nas modalidades especialmente preferidas do processo de acordo com a invenção, sob uso de policarbonato, é aquecida para uma temperatura de superfície de filme no âmbito de 185°C até 195°C. É particularmente preferida, nesse caso, uma temperatura de superfície de filme de aproximadamente 190°C. Uma temperatura de superfície de filme de aproximadamente 190°C é suficiente para os filmes de PC acessíveis comercialmente, de preferência, aquelas baseadas em bisfenol A, e fornece bons resultados.

[0094] No caso de outras modalidades especialmente preferidas do processo de acordo com a invenção, sob uso de uma parte de filme de polimetilmetacrilato ou poli(met)acrilato (PMMA), está prevista uma temperatura de superfície de filme no âmbito de 20 a 65°C, de preferência, de 25 a 50°C, acima da temperatura de amolecimento de vicat B/50, de modo particularmente preferido, de 130 a 150°C. Se a parte de filme de PMMA for aquecida, nesse caso, apenas para uma temperatura de superfície de filme menor que 130°C, então podem apresentar-se na peça de filme embutida em profundidade sempre ainda forças de restauração e tensões, que prejudicam a estabilidade de dimensões de uma peça de filme de uma camada de PMMA. Se, por outro lado, toda a seção de filme for aquecida para uma temperatura de superfície de filme nitidamente acima de 150°C, então já podem ocorrer processos de fluência locais, que põem em risco a precisão de reprodução. De preferência, a seção de filme de material de PMMA é aquecida para uma temperatura de superfície de filme no âmbito de 135°C a 145°C. É particularmente preferida, nesse caso, uma temperatura de superfície de filme de aproximadamente 140°C. Uma tempe-

ratura de superfície de filme de aproximadamente é suficiente para os filmes de PMMA usuais, típicos, e fornece bons resultados.

[0095] Configurações e aprimoramentos vantajosos do processo de acordo com a invenção evidenciam-se das reivindicações secundárias e/ou estão descritos acima e a seguir.

[0096] O inventor do presente pedido realizou amplos exames e testes, para solucionar a tarefa citada acima. Nesse caso mostrou-se: as forças de restauração, que se apresentam nas peças de filme termoconformadas, de acordo com o processo de HPF conhecido, baseia-se em tensões internas, que são geradas na produção do filme, por extrusão e na calandragem subsequente, e que não podem ser reduzidas nem compensadas suficientemente na deformação de alta pressão, que se dá abaixo da temperatura de amolecimento. O inventor aqueceu um filme de PC plano, não impresso, com espessura de 300  $\mu\text{m}$ , retida em uma quadro (Makrofol® de Makrolon® de BAYER MATERIALSCIENCE AG) gradualmente acima da temperatura de amolecimento de vicat B/50 de 145°C. A medição da temperatura do filme deu-se por meio da temperatura de superfície de filme, com ajuda de uma câmera de imagens térmica. Ocorre um aumento de superfície, em cada caso, na direção de movimento e em direção transversal; de acordo com o coeficiente de expansão longitudinal térmica, linear (aproximadamente  $70 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ). A uma temperatura de superfície de filme de aproximadamente 170°C, o filme previamente plano fica visivelmente ondulado, presumivelmente porque tensões mecânicas, previamente congeladas, originadas do processo de produção, são liberadas agora e deformam o filme. No aquecimento adicional, essa ondulação desaparece. Ao ser atingida uma temperatura de superfície de filme de aproximadamente 190°C, o filme está suspenso de modo plano e, obviamente, livre de tensão, no quadro. O filme inteiro ainda não está fluentemente plástico e não afunda visivelmente no

centro não apoiado pelo quadro. Esse estado permanece inalterado por pelo menos aproximadamente 4 a 5s. Mas, se o filme é mantido a essa temperatura de superfície de filme de aproximadamente 190°C, por mais de aproximadamente 10s, então o filme começa a afundar visivelmente, sob seu próprio peso, no centro não apoiado pelo quadro. Obviamente, agora também a região de núcleo também é aquecida para essa temperatura e começa a ficar plástica. Quando no rápido aquecimento, com ajuda de aquecedores de irradiação, é alcançada uma temperatura de superfície de filme de aproximadamente 220°C, então o filme começa a afundar visivelmente no centro não apoiado pelo quadro. Obviamente, foi atingida a região de transição de fluência, e a resistência à ruptura diminuiu até o ponto em que a estrutura e configuração do filme original não são mais mantidas. À temperatura na região de transição de fluência, a resistência mecânica, determinada, por exemplo, no módulo de cisalhamento G do material de filme, diminui rapidamente, e a deformação de pressão máxima ou a High Pressure Forming ou processo de HPF não é mais possível, devido à falta de resistência suficiente do material de filme.

[0097] De tudo isso segue-se: O High Pressure Forming ou processo de HPF conhecido obviamente pode ser realizado a uma temperatura de filme substancialmente mais alta, do que se presumia até agora, a saber, a uma temperatura de superfície de filme nitidamente mais alta do que a temperatura de amolecimento de vicat B/50 do respectivo material de filme. Nesse caso, parece conveniente manter o tempo de permanência do filme à temperatura de superfície de filme prevista de acordo com a invenção a mais curta possível, portanto, levar a parte de filme, depois de atingida pela primeira vez a temperatura de superfície de filme prevista de acordo com a invenção, dentro de um período menor que 10s, de preferência, menor que 5s, de modo particularmente preferido, menor que 2s, à zona de deformação e ali



realizar imediatamente uma deformação súbita. Com isso, no aquecimento em uma zona de aquecimento equipada com aquecedores de irradiação, é impedido um aquecimento da seção de filme além da temperatura de superfície de filme, e a região de núcleo do filme permanece a uma temperatura de região de núcleo abaixo dessa temperatura de superfície de filme prevista de acordo com a invenção. Isso aperfeiçoa a precisão de reprodução de qualquer configuração gráfica, funcional e/ou decorativa sobre a superfície do filme na deformação subsequente.

[0098] Na base desses resultados, foi desenvolvido o processo de acordo com a invenção. Em modalidades especialmente preferidas do processo de acordo com a invenção, filmes de PC, acessíveis comercialmente, tais como, por exemplo, diversas variantes de Makrofol®, de preferência, aquelas baseadas em 2,2-bis-(4-hidrofenil)-propano (bisfenol A) como composto de di-hidroxiarila, de preferência, são aquecidos para uma temperatura de superfície de filme no âmbito de 20 a 65°C, de preferência, 30 a 60°C acima, de modo particularmente preferido, 35 a 60°C acima da temperatura de amolecimento de vicat B/50, modo especialmente preferido, de 180°C até 200°C, sendo que segmentos de parte de filme individuais também ainda podem ser aquecidos para uma temperatura mais alta, que excede essa temperatura de superfície de filme em pelo menos 3°C e em não superior a 10°C, e conformados com essa temperatura de filme, sob as condições do processo de HPF.

[0099] Nesse caso, são obtidas peças de embutição profunda de filme, de dimensões estáveis, que estão livres de quaisquer forças de restauração. Esses produtos podem ser usados em uma camada, de forma não reforçada adicionalmente ou na forma de corpos moldados injetados complementarmente no verso como coberturas de dispositivos de exibição e instrumentos.

[00100] Do mesmo modo, em outras modalidades especialmente preferidas do processo de acordo com a invenção, filmes de PMMA, acessíveis comercialmente, tais como, por exemplo, diversos tipos dos filmes de Plexiglas® e filmes de outras variantes de PMMA são aquecidos para uma temperatura de superfície de filme no âmbito de 20 a 65°C, de preferência, 25 a 50°C acima da temperatura de amolecimento de vicat B/50, de modo especialmente preferido, de 130°C a 150°C, sendo que segmentos da parte de filme individuais também ainda podem ser aquecidos para uma temperatura mais alta, que excede essa temperatura de superfície de filme em pelo menos 3°C e em não superior a 10°C, e conformados com essa temperatura de filme, sob as condições do processo de HPF.

[00101] Nesse caso, são obtidas peças de embutição profunda de filme, de dimensões estáveis, que estão livres de quaisquer forças de restauração. Esses produtos podem ser usados em uma camada, de forma não reforçada adicionalmente, ou na forma de corpos moldados injetados complementarmente no verso como coberturas de dispositivos de exibição e instrumentos.

[00102] A seguir, o processo de acordo com a invenção é explicado mais detalhadamente.

[00103] Como policarbonatos (PC) à produção de peças de embutição profunda de filme são de interesse os filmes de PC conhecidos e acessíveis comercialmente. Nesse caso, trata-se, tipicamente, de poliéster do ácido carbônico com componentes de di-hidróxi, particularmente na base de bisfenol A e derivados do mesmo. São bem apropriados, nesse caso, filmes de Makrofol® selecionados (de Makrolon® de BAYER MATERIALSCIENCE AG). Makrolon® na base de bisfenol A tem uma temperatura de transição de vidro de 145°C, uma temperatura de amolecimento de vicat B/50 (50 N; 50°C/h; de acordo com ISO 306) de aproximadamente 144 a 146°C, e apresenta uma estabilidade

de dimensões térmica sob uma carga de 0,45 MPa (de acordo com ISO 75-1, -2) de aproximadamente 137°C. À aplicação em modalidades especialmente preferidas do processo de acordo com a invenção são particularmente bem apropriados os filmes de Makrofol®, Makrofol® DE, aqui, de preferência, mateados em um lado, e o filme de luz dispersa Makrofol® BL.

[00104] Tipicamente, esses filmes são usados no âmbito de espessura de 100 µm a 2.000 µm, de preferência, no âmbito de espessura de 125 a 750 µm, de modo particularmente preferido, no âmbito de espessura de 125 a 600 µm e, modo especialmente preferido, no âmbito de espessura de 200 a 500 µm.

[00105] Como polimetilmetacrilatos ou poli(met)acrilatos (PMMA) à produção de acordo com a invenção de peças de embutição profunda de filme, em outras modalidades especialmente preferidas do processo de acordo com a invenção, são de interesse os filmes conhecidos e comercialmente acessíveis de PMMA e de variantes de PMMA modificados, particularmente modificados para impacto [poli(met)acrilatos]. São bem apropriados, nesse caso, filmes de Plexiglas® extrusados e laminados (marca comercial da Röhm GmbH & Co., KG, Darmstadt, Alemanha), que são comercializados sob o nome comercial de Plexiglas® XT (XT representa extrusado). Plexiglas® XT tem uma temperatura de transição de vidro de 110°C, uma temperatura de amolecimento de vicat B/50 (de acordo com ISO 306) de 103°C e, sob uma carga de 0,45 MPa, apresenta uma estabilidade de dimensões térmica B (de acordo com ISO 75 HDT/NB)) de 100°C. À aplicação no processo de acordo com a invenção são particularmente bem apropriados filmes de Plexiglas®, filme de Plexiglas® 99524 e filme de Plexiglas® 99526.

[00106] Para filmes de PMMA de PMMA modificados para resistência a impacto são de interesse poli(met)acrilatos, que consiste em 80 a 99,9% em peso de metilmetacrilato e em 0,1 a 20% em peso de outros

comonômeros. Comonômeros apropriados são, por exemplo, ésteres do ácido metacrílico (por exemplo, etilmetacrilato, butilmetacrilato, hexilmetacrilato, ciclo-hexilmetacrilato), ésteres do ácido acrílico (por exemplo, metilacrilato, etilacrilato, butilacrilato, hexilacrilato, ciclo-hexilacrilato) ou estireno e derivados de estireno, tal como, por exemplo, a-metilestireno ou p-metilestireno. Agentes de modificação de resistência a impacto para matérias sintéticas de polimetacrilato são suficientemente conhecidos. Como modificadores de resistência a impacto para os poli(met)acrilatos podem ser usados polímeros de emulsão reticulados, de uma ou mais camadas, que consistem, por exemplo, em polibutilacetato reticulado. Também esses filmes de PMMA modificados para resistência a impacto são acessíveis comercialmente.

[00107] Tipicamente, também esses filmes de PMMA são usados no âmbito de espessura de 100  $\mu\text{m}$  a 2.000  $\mu\text{m}$ , de preferência, no âmbito de espessura de 125 a 600  $\mu\text{m}$ , e de modo particularmente preferido, no âmbito de espessura de 200 a 500  $\mu\text{m}$ .

[00108] Como de acordo com o processo de acordo com a invenção podem ser obtidas peças de embutição profunda de filme de dimensões estáveis, já de filmes de uma camada, são usados, de preferência, filmes de uma camada da espécie citada acima. "De uma camada" se refere, nesse caso, se refere apenas ao filme ou ao corpo de filme e não inclui camadas e revestimentos de outros materiais, aplicados adicionalmente. "De uma camada" compreende, além disso, os filmes de coextrusão de camadas múltiplas, descritos acima, que são produzidos como de uma camada e usados no processo, bem como os filmes de laminado, que também são usados no processo como filme total, no sentido de "uma camada". Um "filme de uma camada" pode, por conseguinte, estar impresso, metalizado e/ou revestido de outro modo, sendo que revestido de outro modo também compreende, por exemplo, a aplicação de pelo menos uma outra camada por meio

de colagem e/ou laminação, sem estar limitado a isso. Pelo menos uma outra camada aplicada por meio de colagem e/ou laminação também pode ser uma de um material não termoplástico. Esses filmes de uma camada foram pelo menos parcialmente impressos, metalizados e/ou revestidos de outro modo, antes de ser realizado o High Pressure Forming de acordo com a invenção, a uma temperatura de superfície de filme elevada. Os filmes também podem ter sido revestidos, por exemplo com uma camada de proteção deformável, tal como, por exemplo, um revestimento resistente a arranhões deformável ou camada de efeito háptico, deformável, tal como, por exemplo, um revestimento de soft-touch deformável (comp. EP-A 1647399), antes de ser realizado o High Pressure Forming de acordo com a invenção, a uma temperatura de superfície de filme elevada.

[00109] A peça de embutição profunda deformada, tridimensional, obténível de acordo com a invenção, está dotada, por exemplo, de uma configuração gráfica, funcional e/ou decorativa, seguindo um layout especificado, que está aplicada, tipicamente, como fundo sobre o lado posterior de um filme transparente, por exemplo, como impressão, metalização e/ou outros revestimentos e é perceptível através da camada de filme. Por esse motivo, são usados, de preferência, materiais de filme transparentes. Também um filme transparente pode estar dotado na superfície oposta à impressão, metalização e/ou revestimento de um mateamento de superfície ou de uma camada de verniz difusor.

[00110] O processo de acordo com a invenção é particularmente bem apropriado para produção de escalas, partes de escala e indicadores estacionários, previstos no painel de instrumentos de um automóvel, dos instrumentos e dispositivos de exibição ali previstos, bem como outros símbolos, imagens de pictogramas que, em caso de necessidade, são iluminados por luz incidente ou são translúcidos, e,

desse modo, fornecem uma indicação opticamente perceptível. A esses instrumentos pertence o indicador de velocidade do veículo, ou o taquímetro, cujos elementos indicadores frequentemente apresentam uma disposição anular, elevada, com traços de escala, aos quais estão associados os números que indicam a velocidade. Um ponteiro deslocável, disposto centralmente, é alinhado por meio da velocidade momentânea do veículo para um determinado traço da escala, para, desse modo, por meio do número associado, indicar a velocidade momentânea do veículo (km/h ou mph). Devido a essa disposição anular, à maneira de um mostrador numérico, também se fala aqui de telas de taquímetro. De maneira similar está formado o elemento indicador para indicação do número de rotações do motor; nesse caso, ocorre, tipicamente, uma indicação em números x 100 por min. Dispositivos indicadores, com estrutura anular elevada, em forma de semicírculo, serve para indicação do nível do tanque e da pressão de óleo na câmara do motor. Em vez das estruturas anulares, elevadas, esses elementos indicadores também podem estar montados em segmentos de superfície anulares, que descem em forma de cone truncado (a ângulos cônicos grandes, de 160° e acima), em relação ao plano principal. Adicionalmente, frequentemente podem estar previstas nervuras metalizadas, elevadas, e outros elementos decorativos. Um exemplo de um produto produzido de acordo com a invenção está previsto para um instrumento de combinação e apresenta no centro uma seção transparente para um dispositivo de exibição de navegação, à direita, uma tela de taquímetro e, à esquerda, o indicador de número de rotações.

[00111] Os traços de escala, números, inscrições, símbolos, imagens, pictogramas e similares, pertencentes a esses elementos indicadores, são aplicados sobre uma superfície do filme inicialmente plano; isso pode dar-se em um processo de serigrafia de estágios múlti-

plos e/ou por aplicação de um revestimento, que é aplicado em diversas etapas sucessivas, em cada caso, em camada líquida. Para essa aplicação alternativa estão disponíveis, por exemplo, impressão de offset, fotogravura, impressão de transferência ou impressão digital. De preferência, essa impressão, que segue um layout especificado, é aplicada por serigrafia. No processo de serigrafia de etapas múltiplas, frequentemente, em primeiro lugar, é inicialmente aplicada uma camada de tinta preta, na qual, em impressão em negativo, são deixados em branco traços de escala, números, inscrições, símbolos, imagens, pictogramas e similares, posteriormente visíveis; em passos de impressão posteriores esses locais em branco recebem um fundo de camadas de tinta de cores diferentes.

[00112] À aplicação dessas camadas de tinta servem, tipicamente, vernizes coloridos, na base de policarbonato e poliesterpoliuretano. Tintas de impressão flexíveis resistentes a temperaturas elevadas, para impressão de filmes de matéria sintética, que resistem expressamente às condições do processo de pressão máxima aqui previsto e, opcionalmente, a um Insert Moulding subsequente, estão descritas, por exemplo, no documento DE 198 32 570 C2. O documento DE 101 51 281 A1 descreve vernizes coloridos, que são particularmente bem apropriados à impressão serigráfica de filmes de PMMA, e resistem às condições da transformação de pressão máxima, bem como, possivelmente, a um Insert Moulding subsequente. Processos de serigrafia líquidos, especialmente apropriados para essas aplicações, são distribuídos comercialmente, por exemplo, pela PRÖLL KG, 91781, Weissenburg, Alemanha.

[00113] Camadas metálicas mais grossas e metalizações também podem ser aplicadas no processo de serigrafia. Camadas metálicas mais finas, com espessuras de camada de 5 nm a 250 nm, particularmente, de 15 nm a 60 nm, que, por um lado, conferem um brilho metá-

lico e, por outro lado, são translúcidas, podem ser aplicadas com ajuda de Physical Vapor Deposition (PVD) ou Chemical Vapor Deposition (CVD) ou com ajuda de uma combinação apropriada desses processos. As seções de camadas metálicas supérfluas não desejáveis à produção de determinadas funções (por exemplo, contato elétrico) ou para determinados padrões de configuração gráficos ou decorativos, podem ser removidos por tratamento com laser. Aos metais apropriados pertencem, nesse caso, por exemplo, alumínio, titânio, cromo, cobre, ouro, prata, molibdênio, índio e irídio, bem como ligas metálicas, tais como, por exemplo, ligas de índio, estanho ou cobre, de preferência, ligas de índio-estanho, de modo particularmente preferido, ligas de índio-estanho-cobre (comp., por exemplo, US-A 2008/0020210).

[00114] Sobre as camadas metálicas pode estar aplicada, ainda, pelo menos uma outra camada de um ou mais compostos eletroluminescentes. Esses compostos eletroluminescentes são conhecidos do técnico (comp., por exemplo, EP-A 1 647 399). Como composto eletroluminescente pode ser usado, por exemplo, sulfeto de zinco, que está dotado de prata ou cobre.

[00115] Além disso, na parte de filme a ser deformada também podem permanecer seções transparentes, nos quais posteriormente fica visível a exibição de quaisquer indicações de cristal líquido. Na outra superfície, que se encontra oposta às camadas de tinta, frequentemente é aplicado um verniz de estrutura incolor, que confere ao produto acabado uma superfície fosca, não refletora. De acordo com a disposição determinada da peça de embutição profunda, prevista à finalidade de uso, a camada de verniz de estrutura se encontra no lado anterior da peça de embutição profunda - dependendo do ângulo de visão do observador - e as camadas de tinta da configuração gráfica encontram-se no lado posterior da peça de embutição profunda.

[00116] Uma modalidade preferida do processo de acordo com a



invenção se refere à produção de telas de taquímetro e/ou telas de medição de números de rotações, que apresentam a configuração gráfica, funcional e, opcionalmente, decorativa, explicada acima. Para produção dessas telas de taquímetro ou telas de medição de números de rotações são postas à disposição partes de filme transparentes e deformadas de acordo com a invenção, que foram impressas, metalizadas e/ou de outro modo revestidas de acordo com um layout especificado para telas de taquímetro ou telas de medição de números de rotações.

[00117] Um filme plano, que em uma superfície está dotado em camadas múltiplas da configuração gráfica, funcional e/ou decorativa explicada acima, e que na outra superfície pode apresentar uma camada de verniz de estrutura incolor, é transformado com ajuda do processo de acordo com a invenção em uma peça de embutição profunda, deformada permanentemente de modo tridimensional e de dimensões estáveis. Nesse caso, os compradores dessas peças de embutição profunda exigem um posicionamento extremamente preciso da configuração gráfica, funcional e/ou decorativa na peça de embutição profunda acabada. Os desvios entre essa configuração no filme originalmente plano e a configuração correspondente na peça de embutição profunda, de preferência, não perfazem mais de  $\pm 0,1$  mm.

[00118] Os filmes citados acima, pelo menos parcialmente impressos, metalizados e/ou de outro modo revestidos são usados no processo de acordo com a invenção na forma de partes de filme individuais, recortadas adequadamente. Para essas partes de filme menores, de preferência, retangulares, podem ser previstas medidas com um comprimento de 160 mm a 450 mm, e com uma largura de 160 mm a 305 mm. Partes de filme com esse tamanho de superfície podem ser processadas de modo particularmente fácil, com ajuda de aparelhos acessíveis comercialmente (por exemplo, HDVF KUNSTSTOFFMAS-

CHINEN GMBH, 82377 Penzberg, Alemanha), às peças de embutição profunda de filme. Partes de filme maiores podem apresentar, tipicamente, um comprimento de até, no máximo, 1.200 mm e uma largura de até, no máximo, 700 mm.

[00119] Dependendo do tamanho da peça de embutição profunda e do dispositivo automático de produção, que estão à disposição, pode ser previsto um modo de trabalho de usos múltiplos. Para telas de taquímetro e coberturas de dispositivos de exibição similares, trabalha-se, de preferência, com tamanhos de filme de um uso, porque, nesse caso, pode ser obtida uma precisão de reprodução mais alta com o modo de trabalho de um uso.

[00120] Para o processamento de acordo com a invenção, a parte de filme plana é montada em disposição definida sobre um suporte semelhante a quadro, um estrado semelhante a quadro ou similar, que, a seguir, é chamado abreviadamente de quadro. É bem apropriado com quadro com uma largura de travessa de 50 mm a 100 mm. As seções do lado da borda da parte de filme apóiam-se, tipicamente, com uma largura de 20 mm a 30 mm sobre essas travessas, que formam o quadro. À disposição definida, estão previstos pinos de posicionamento circulares, que se salientam das travessas e que se inserem em furos alongados, que estão entalhados nas seções de borda da parte de filme. Os furos alongados levam em conta o aumento de área da parte de filme no aquecimento à temperatura de superfície de filme prevista de acordo com a invenção.

[00121] A parte de filme retida sobre esse quadro é introduzida em uma zona de aquecimento e ali aquecida à temperatura de superfície de filme. Para esse aquecimento podem ser revistas as medidas de aquecimento usuais e conhecidas, tal como, por exemplo, aquecimento por convecção, com ajuda de ar quente ou líquido de aquecimento ou banho térmico como fonte de calor ou aquecimento de irradiação,

por exemplo, com irradiação de infravermelho ou aquecedores de irradiação de quartzo. Medidas de aquecimento para o aquecimento sem contato são preferidos no contexto da invenção; aquecimento por irradiação, com ajuda de irradiação de infravermelho, e particularmente preferido. Menos desejável é o aquecimento de alta frequência, porque, nesse caso, também a região de núcleo é aquecida à temperatura de superfície do filme. De preferência, está prevista uma zona de aquecimento, que apresenta dois campos de aquecimento, de área idêntica, alinhados horizontalmente, dispostos à distância um do outro e de modo alinhado um ao outro. A parte de filme retida sobre o quadro é mantida por um determinado tempo no centro entre os dois campos de aquecimento e à mesma distância dos mesmos. Tipicamente, cada campo de aquecimento tem uma área maior do que a disposição de quadro e parte de filme, alinhados um com o outro. Por exemplo, para uma parte de filme com medidas de 450 mm x 250 mm pode ser previsto um campo de aquecimento de 486 mm x 455 mm, para aquecer, com segurança, também as regiões de borda da seção de filme, dentro do quadro, que não estão apoiadas sobre o quadro, à temperatura de superfície de filme prevista.

[00122] Cada campo de aquecimento consiste em diversos aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedores de irradiação de quartzo. Para poder realizar um aquecimento diferencial, opcionalmente previsto – a seguir, ainda explicado em detalhe - de segmentos de parte de filme individuais na seção de filme, são usados, de preferência, aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedores de irradiação de quartzo como menor formato possível. São bem apropriados, nesse caso, por exemplo, aquecedores de irradiação de cerâmica maciça, com medidas de 60 mm x 60 mm, que a uma tomada de potência de 125 W, recebem uma temperatura de superfície de aproximadamente 300°C. Aquecedores

de irradiação de superfície de infravermelho desse tipo são oferecidos e comercializados, por exemplo, por FRIEDRICH FREEK GMBH, 58708 Menden, Alemanha.

[00123] Tipicamente, está prevista uma distância entre uma superfície e aquecedor de irradiação e a outra superfície de aquecedor de irradiação, que está oposta, de aproximadamente 50 mm a 100 mm. Com isso, é obtida a irradiação de calor, que parte das respectivas regiões de borda adjacentes uma à outra do aquecedor de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedor de irradiação de quartzo contíguo. Os efeitos dos limites da irradiação de superfície são minimizados e é obtida uma distribuição de temperatura uniforme da superfície do filme.

[00124] Bem apropriados para o processo de acordo com a invenção e, de preferência, previstos, são campos de aquecimento, que apresentam na direção de avanço do filme uma disposição de 7 fileiras de aquecedores de irradiação de cerâmica maciça dessa espécie, bem como na direção transversal, uma disposição de 6 fileiras de aquecedores de irradiação de cerâmica maciça dessa espécie. Com isso, um único campo de aquecimento pode estar formado por aquecedores de irradiação de cerâmica maciça dessa espécie.

[00125] A temperatura de superfície média do campo de aquecimento é mantida em cerca de 300°C. Com isso, pode dar-se um controle grosso da temperatura de superfície de filme pelo tempo de permanência de uma parte de filme na zona de aquecimento. Tipicamente, a parte de filme a ser aquecida – dependendo da espessura de camada – é mantida por aproximadamente 4s a 12s em uma dessas zonas de aquecimento. Por exemplo, uma parte de filme de PC, com espessura de 300 µm, que apresenta uma temperatura ambiente (aproximadamente 20°C), é aquecida em uma zona de aquecimento do tipo descrito acima dentro de um período de aproximadamente 6s, à

temperatura de superfície de filme, prevista de acordo com a invenção, de aproximadamente 190°C.

[00126] Cada aquecedor de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedor de irradiação de quartzo dessa espécie pode ser ativado individualmente. A ativação dá-se através de tomada de potência elétrica. Uma tomada de potência mais alta gera uma temperatura de superfície mais alta em um determinado aquecedor de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedor de irradiação de quartzo. Com isso, pode dar-se, adicionalmente, através do controle da tomada de potência dos aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedores de irradiação de quartzo individuais, um controle fino da distribuição de temperatura na superfície de segmentos da parte de filme individuais, que, em cada caso, estão associados a um determinado aquecedor de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedor de irradiação de quartzo. O efeito desse controle fino é tanto maior quando mais baixa for a temperatura de superfície média. Por esse motivo, o aquecimento da parte de filme é realizado, de acordo com a invenção, em uma zona de aquecimento, que está limitada por dois campos de aquecimento, alinhados um com o outro, que, em cada caso, apresentam uma temperatura de superfície do campo de aquecimento de aproximadamente 300°C.

[00127] Para obter resultados ótimos, o processo de acordo com a invenção necessita de um controle relativamente preciso e monitoramento da temperatura de superfície de filme na seção de filme. De acordo com uma outra modalidade preferida do processo de acordo com a invenção está prevista, por esse motivo, uma detecção da temperatura de superfície, à qual a seção de filme foi aquecida na zona de aquecimento.

[00128] Essa outra configuração preferida do processo de acordo com a invenção está caracterizada pelo fato de que a parte de filme,

para aquecimento na zona de aquecimento, é mantida por um período à distância de pelo menos um campo de aquecimento, formado por uma pluralidade de aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedores de irradiação de quartzo, que podem ser ativados individualmente; e a parte de filme aquecida desse modo, no caminho da zona de aquecimento à zona de deformação, passa por uma estação de medição de temperatura, na qual, com ajuda de uma câmera de formação de imagem térmica, a distribuição de temperatura em uma superfície de filme é detectada, tornada visível e/ou é representada de outra maneira.

[00129] Além disso, pode ser realizado um aquecimento diferencial, para o que cada aquecedor de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedor de irradiação de quartzo é ativado individualmente de tal modo,

- para que as diferenças de temperatura na seção de filme, visíveis da distribuição de temperatura, sejam minimizadas, e

- para que pelo menos um lado da seção de filme predominante seja aquecida para uma temperatura de superfície de filme no âmbito acima citado para o respectivo material do filme, e

- para que segmentos da parte de filme, opcionalmente selecionados individualmente, sejam aquecidos para uma temperatura mais alta, que excede essa temperatura de superfície de filme em pelo menos 3°C e em não superior a 10°C.

[00130] Com essa configuração do processo de acordo com a invenção são obtidas as vantagens abaixo:

[00131] Aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho de cerâmica desse tipo emitem sua radiação térmica no âmbito de comprimento de onda de 2,5 a 10  $\mu\text{m}$ . O aquecimento do filme depende da capacidade de absorção e das propriedades de reflexão nesse âmbito de comprimento de onda. Particularmente, a impressão, meta-

lização e/ou outro revestimento que se encontra na seção de filme, sob consideração aqui e que determina o uso posterior pretendido, influencia essa capacidade de absorção e essas propriedades de reflexão. Uma seção de revestimento escura a preta intensifica a absorção de calor ali, Uma janela transparente na seção de filme ou uma seção de revestimento clara reduzem a absorção de calor. A absorção de calor é reduzida de modo particularmente intenso por um revestimento metálico, nesse caso, por exemplo, Al, Ti ou Cr. A temperatura de superfície de filme obtível em uma determinada disposição com determinados aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho depende, portanto, também do tipo e do tamanho da impressão, metalização e/ou outro revestimento da seção de filme. Para um controle e monitoramento preciso da temperatura do filme é desejável, por esse motivo, detectar e representar a temperatura na superfície do filme. Isso pode ser obtido com esse modo de trabalho preferido.

[00132] Para uma determinada peça de embutição profunda, por exemplo, uma cobertura de instrumentos, com um taquímetro disposto à direita, um medidor de números de rotações, disposto à esquerda, e um dispositivo de exibição de navegação, disposto no centro, segmentos diferentes da seção de filme precisam ser conformados com força diferente. Tipicamente, deformações geométricas mais fortes necessitam de uma flexibilização mais alta do respectivo segmento de parte de filme, que pode ser obtida com um aquecimento localmente mais alto do ou dos segmento(s) de parte de filme correspondente(s), no presente exemplo, por exemplo, às regiões externas parciais para taquímetro e medidor de números de rotações. Nas regiões centrais, a ser pouco deformadas, por exemplo, para o dispositivo de exibição de navegação, por um aquecimento menor podem ser reduzidas as propriedades de contração e, com isso, a tolerância de todo o mostrador numérico. Também uma moldagem de contornos de arestas vivas e/ou

a reprodução precisamente ajustada de gravações e estampagens, que podem estar dotadas de pequenas aberturas, pode ser tornada possível uma flexibilização mais forte de um determinado segmento de parte de filme. Consequentemente, também o tamanho da deformação, localmente diferente, de segmentos de parte de filme requer um aquecimento localmente diferente de segmentos de parte de filme individuais, o que pode ser garantido com uma detecção da temperatura de superfície nos segmentos de parte de filme individuais e ativação correspondente dos aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho, que no momento estão aquecendo os segmentos da parte de filme.

[00133] Finalmente, por ativação e ajuste correspondente de diferentes temperaturas de aquecimento em diversos aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho individuais pode ser obtido um "deslocamento" do padrão ou layout impresso na seção de filme. Nesses segmentos da parte de filme, que são aquecidos para uma temperatura moderadamente mais alta do que a temperatura de superfície de filme regular, uniforme, ocorre uma expansão longitudinal mais forte em relação aos segmentos de parte de filme, que só foram aquecidos à temperatura de superfície de filme regular, uniforme. O lado que se expande mais fortemente (porque aquecida de modo mais alto) desloca o padrão ou layout impresso para o lado de expansão menor, porque mais frio. Desse modo, podem ser corrigidos desvios de posição, determinados pela impressão, entre 0,1 mm e 1,5 mm, ainda durante o processo de deformação. Também essa medida requer um conhecimento exato da distribuição de temperatura na superfície da seção de filme aquecido, para poder ativar de modo dirigido os aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho, que devem aquecer os segmentos de parte de filme individuais para uma temperatura mais alta do que a temperatura de superfície de filme regular, uniforme.



[00134] De acordo com uma outra configuração do processo de acordo com a invenção, por esse motivo, ocorre um aquecimento de segmentos de parte de filme individuais para uma temperatura nitidamente mais alta do que a temperatura de superfície de filme regular, uniforme, em segmentos de parte de filme selecionados, nos quais deve ser obtida uma flexibilização mais alta do material do filme. Particularmente, podem ser selecionados, nesse caso, os segmentos de filme, nos quais deve dar-se uma transformação particularmente forte dos filmes originalmente planos.

[00135] Além disso, essa flexibilização mais alta, devido à moldagem exata de contornos de arestas vivas e/ou devido à reprodução precisamente ajustada de gravações e/ou estampagens particularmente finamente divididas, bem como para correção de desvios de posição devidos à impressão pode ser desejável. Nesse caso, são selecionados os segmentos de parte de filme para o aquecimento à temperatura mais alta, nos quais devem ser obtidos uma moldagem exata de contornos de arestas vivas, uma reprodução precisamente ajustada de gravações e/ou estampagens particularmente finamente divididas, bem como uma correção de desvios de posição devidos à impressão.

[00136] Em vista das temperaturas possíveis aqui, no âmbito de 10 a 65°C acima da temperatura de amolecimento de vicat B/50, em modalidades particularmente preferidas, em torno de 140°C às peças de embutição profunda de polimetilmetacrilato ou poli(met)acrilato (PMMA), bem como no âmbito em torno de 190°C às peças de embutição profunda de policarbonato (PC), é de interesse, tipicamente, uma câmera de linha de infravermelho como câmera de formação de imagem térmica, que está projetada para o âmbito de temperatura de 0°C a 400°C e detecta e avalia radiação de temperatura no âmbito de onda de 8  $\mu\text{m}$  a 14  $\mu\text{m}$ . A detecção da radiação térmica dá-se com ajuda de um sensor de linha, que pode apresentar, por exemplo, 128 ou 256

elementos de medição. Câmeras de linha de infravermelho desse tipo, com circuito de avaliação e software de avaliação são acessíveis comercialmente. No âmbito da presente invenção, uma câmera de infravermelho, que é comercializada por DIAS INFRARED GMBH, 01217 Dresden, Alemanha, sob a designação comercial INFRALINE®, provou ser bem apropriada.

[00137] A câmera de infravermelho INFRALINE® serve para fotografar sem contato, de modo quantitativo e substancialmente independente de distância, distribuições de temperatura em objetos estacionários e móveis. Ela foi desenvolvida para o uso estacionário em ambientes industriais e pode ser usada para soluções de sistema, para controle e monitoramento automático de processo, bem como para o processamento de dados de medição em máquinas e instalações.

[00138] A câmera compreende uma cabeça de câmera, para operar os conjuntos necessários. Como a câmera, em geral, está instalada na proximidade do processo a ser monitorado ou os objetos a ser monitorados, a câmera não possui elementos de operação. Para controle, monitoramento e transmissão dos valores de medição, uma interface de dados está integrada na câmera. Em conexão com um PC, pode dar-se a programação e detecção de dados dos valores de medição.

[00139] Para representação e avaliação de dados de medição pode ser usado, convenientemente, o software de visualização PYROSOFT®, posto à disposição por MICROSOFT INC, que pode ser executado em PCs com sistemas operacionais MS-Windows. Por meio de codificação em cores e/ou dados em termos numéricos, a temperatura medida pode ser indicada com uma precisão de  $1/10^{\circ}\text{K}$ .

[00140] Por meio dos conhecimentos obtidos desse modo sobre a distribuição de temperatura efetiva, "verdadeira" na superfície de filme aquecida, de preferência, no lado inferior do filme, podem ser ativados de modo dirigido os aquecedores de irradiação de superfície de infra-

vermelho com uma tomada de potência elétrica mais alta, que aquecem esses segmentos de parte de filme, que até então - por exemplo, devido às particularidades da impressão, metalização e/ou outro revestimento, que ali se encontram – ainda não atingiram a temperatura de superfície de filme prevista, ou aquecem os outros segmentos de parte de filme selecionados, nos quais deve ser obtida uma flexibilização mais alta do material de filme e que, por esse motivo, deve ser aquecido para uma temperatura mais alta do que a temperatura de superfície de filme regular, uniforme.

[00141] No caso dos dois campos de aquecimento alinhados um ao outro, explicados acima, que estão formados, em cada caso, de 42 aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho, por exemplo, esse software PYROSOFT® pode ser programado e avaliado de tal modo que a cada um do par de aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho, alinhados um com o outro, está associada uma janela ou campo sobre a tela. A parte de filme inteira estaria, então, dividida em 42 segmentos de parte de filme, e um segmento de parte de filme específico seria aquecido, substancialmente, por um par de aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho específico, associado. A codificação em cores em uma determinada janela na tela e/ou a indicação de temperatura numérica correspondente indica a temperatura de superfície no segmento de parte de filme associado e, no caso da necessidade de correção, a potência elétrica poderia ser modificada, que é alimentada a um aquecedor de irradiação de superfície de infravermelho ou dos dois aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho desse par de aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho associado ao segmento de parte de filme específico.

[00142] Dependendo do tipo e particularidade da peça de embutição profunda de filme a ser produzida, o aquecimento diferencial do

segmento de filme, previsto de acordo com a invenção, pode ser realizado de tal modo que forçosamente um segmento de parte de filme selecionado ou vários segmentos de parte de filme selecionados são aquecidos à temperatura mais elevada, que excede a temperatura de superfície de filme para o respectivo material de filme em pelo menos 3°C e em não superior a 10°C.

[00143] No contexto da presente invenção está tipicamente previsto que não superior a 20% de todos os segmentos de parte de filme sejam aquecidos à temperatura mais elevada, que excede a temperatura de superfície de filme, prevista para um determinado material de filme, em pelo menos 3°C e em não superior a 10°C.

[00144] Não é necessário que a etapa de processo "medição e avaliação da distribuição da temperatura em uma superfície de filme" seja realizado durante todo o processo de produção à produção de todas as peças de embutição profunda de um tipo específico. Frequentemente, é suficiente quando esse passo de processo é realizado na preparação de uma produção e, subsequentemente, repetido a intervalos regulares ou depois da produção de um número determinado de peças de embutição profunda, para garantir e preservar a qualidade uniforme inalterada dessas peças de embutição profunda.

[00145] Consequentemente, também está prevista no contexto da invenção uma modalidade do processo de acordo com a invenção, para produção de uma pluralidade de peças de filme do mesmo tipo, no qual apenas na produção de uma parte de todas as peças de filme termoconformadas desse tipo é realizado a etapa de processo da medição e avaliação da distribuição de temperatura em uma superfície de filme, e na produção da parte restante das peças de filme termoconformadas desse tipo esse passo de processo não é realizado. Frequentemente, é suficiente se esse passo de processo só for realizado na produção de pelo menos 20% de todas as peças de filme termo-

conformadas de um determinado tipo. Frequentemente, é suficiente se esse passo de processo só for realizado na produção de pelo menos 20% de todas as peças de filme termoconformadas de um determinado tipo.

[00146] Depois de atingir a temperatura de superfície de filme prevista de acordo com a invenção, a parte de filme é rapidamente transferida da zona de aquecimento à zona de deformação, sem que se dê um resfriamento perceptível da parte de filme. De preferência, a parte de filme, depois do aquecimento à temperatura de superfície de filme prevista em cada caso, é imediatamente e dentro de um período de menos de 2s à zona de deformação e, ali, é transformada imediatamente e subitamente. Nesse caso, são visadas e atingidas duas metas. Por um lado, pelo menos um lado da seção de filme, nessa deformação súbita, que se dá sob pressão de meio de pressão alta, ainda presente, deve apresentar substancialmente a temperatura de superfície de filme prevista de acordo com a invenção. Por outro lado, é vantajoso se a região de núcleo da seção de filme, nessa deformação súbita, apresentar uma temperatura da região de núcleo, que é mais baixa do que essa temperatura de superfície de filme. De preferência, nessa deformação súbita, a temperatura da região de núcleo deve ser pelo menos 10°C mais baixa do que a respectiva temperatura de superfície de filme. De modo particularmente preferido, a parte de filme, depois do aquecimento à temperatura de superfície de filme prevista em cada caso, é transferida imediatamente e dentro de um período menor que 5s, de modo particularmente preferido, menor que 2s, modo especialmente preferido, dentro de um período menor que 1s, à zona de deformação e, ali, deformada imediatamente e subitamente. Com isso, pode ser obtido um aperfeiçoamento de precisão de reprodução na deformação súbita.

[00147] Também quando a parte de filme aquecida, no caminho da

zona de aquecimento à zona de deformação, passa pela estação de medição de temperatura e, nesse caso, com ajuda da câmera de imagem térmica, a distribuição de temperatura na superfície do filme é detectada, tornada visível e/ou representada de outro modo, a parte de filme, depois do aquecimento à temperatura de superfície de filme prevista em cada caso, é transferida à zona de deformação, dentro de um período menor que 5 s, de modo particularmente preferido, menor que 2 s, modo especialmente preferido, dentro de um período menor que 1, e, ali, deformada imediatamente e subitamente.

[00148] Na zona de deformação, é realizada a moldagem de alta pressão ou a High Pressure Forming na parte de filme aquecida desse modo. Para esse fim, podem ser adotadas as medidas conhecidas do documento EP 0371 425 81, bem como usados os dispositivos ali descritos. Com essa referência expressa, o teor desse documento, aqui importante – na medida em que ajuda o entendimento e a execução do processo de acordo com a invenção – também deve ser tornado parte integrante dos presentes documentos.

[00149] Além disso, a moldagem de alta pressão da parte de filme aquecida desse modo também pode ser realizada em uma estação de moldagem, com ajuda de uma ferramenta de moldar, que está descrita no documento DE 41 13 568 C1. Com essa referência expressa, também o teor desse documento, aqui importante – na medida em que ajuda o entendimento e a execução do processo de acordo com a invenção – também deve ser tornado parte integrante dos presentes documentos.

[00150] Na zona de deformação pode ser prevista uma prensa do tipo de construção correspondente ao do documento DE 41 13 568 CC1. O quadro que retém a parte de filme aquecida é inserido na ferramenta de moldar aberta e fixada com ajuste preciso na metade inferior da ferramenta. A mesa de moldar inferior é levantada, até a ferra-

menta de moldar estar fechada. Na cavidade de molde, que se encontra acima da parte de filme a ser deformada, é introduzido meio de pressão fluido, tipicamente ar comprimido. Tipicamente, sob uma pressão de meio de pressão de 2 a 30 MPa (20 a 300 bar), é feita subitamente a moldagem. De preferência, a moldagem é realizada com ajuda de ar comprimido aquecido, que no contato com a parte de filme apresenta uma temperatura de aproximadamente 60 a 80°C. Subsequentemente, a cavidade de molde é descarregada, a mesa de moldar inferior é baixada, a ferramenta de moldar é aberta, o filme moldado é desprendido ou desmoldado da ferramenta, o quadro, que continua a reter o filme resfriado e moldado, é separado da metade inferior da ferramenta e recuado à posição inicial. Ali, a parte de filme moldada é desprendida manualmente ou automaticamente do quadro e, caso necessário, recortada, para obter a peça de embutição profunda desejada.

### **Exemplos**

[00151] Os exemplos e exemplos comparativos abaixo servem à explicação adicional da presente invenção, sem limitar a mesma.

O desenho mostra, com

[00152] Figura 1 por meio de uma vista lateral esquemática, uma modalidade de um dispositivo para realização do processo de acordo com a invenção;

[00153] Figura 2 uma peça de embutição profunda de PC, produzida de acordo com a invenção, para um instrumento de combinação, com tela de taquímetro e com mostrador numérico para um medidor de números de rotações, subsequentemente em tamanho original, sendo que as diferentes cores de símbolos e elementos individuais estão indicados graficamente; e

[00154] Figura 3 um mostrador numérico de PMMA, produzido de acordo com o processo de acordo com a invenção, para um medidor

de números de rotações ou uma "tela de medição de números de rotações", substancialmente, em tamanho original, sendo que as diferentes cores de símbolos e elementos individuais estão indicados graficamente.

[00155] No dispositivo de acordo com a Figura 1, estão formados, em cada caso, em forma em si conhecida, uma zona de carga e descarga 10, uma zona de aquecimento 20, uma estação de medição de temperatura 30 e uma zona de deformação 40. Um carro 3 guiado em trilhos 2 transporta um quadro 4 retangular da zona de carga e descarga 10, através da zona de aquecimento 20 e a estação de medição de temperatura 30, à zona de deformação 40 e de volta. Àcionamento do carro 3 serve um motor gradual – não representado – projetado à acelerações altas e alta velocidade de avanço; por exemplo, o carro 3 pode ser deslocado com uma velocidade de 1.400 mm/s.

[00156] Na zona de carga e descarga 10 é montada, manualmente ou automaticamente, uma parte de filme 5 plana, impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo, e a ser deformada, em disposição definida, no quadro 4. A parte de filme 5 está apoiada apenas com suas seções do lado da borda no quadro 4.

[00157] A zona de aquecimento 20 está limitada por um campo de aquecimento superior 21 e por um campo de aquecimento inferior 22. Os dois campos de aquecimentos 21 e 22 estão formados com áreas idênticas, alinhados horizontalmente e dispostos à distância de aproximadamente 100 mm um do outro, bem como alinhados um com o outro. Cada campo de aquecimento 21, 22 apresenta, por exemplo, quarenta e dois aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho 23, que, em cada caso, tem as medidas de 60 x 60 mm e, em cada caso, podem ser ativados individualmente.

[00158] Na estação de medição de temperatura 30 encontra-se uma câmera de imagem térmica 31, que detecta e avalia a radiação de



temperatura 32, irradiada pelo lado inferior da parte de filme 5 aquecida, aqui indicada esquematicamente. A distribuição de temperatura obtida desse modo pode ser representada sobre uma tela – não representada, sendo que a cada par de aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho 23', 23" pode estar associado, em cada caso, um campo sobre a tela. A distribuição de temperatura na superfície do lado inferior da parte de filme pode ser indicada por meio de uma codificação em cores e/ou numérica.

[00159] A zona de deformação 40 pode estar equipada com uma prensa 41 com ferramenta de moldar 42, tal como está descrito no documento DE 41 13 568 C1. Nessa ferramenta de moldar 42 está ligado um recipiente de ar comprimido 43, do qual ar comprimido é posto à disposição. O quadro 4, introduzido na ferramenta de moldar 42 aberta do carro 3, é disposto com ajuste preciso dentro da ferramenta de moldar 42. A ferramenta de moldar 42 é fechada com ajuda da prensa 41 e a parte de filme 5 retida no quadro 4 é solicitada imediatamente e diretamente com ar comprimido aquecido, sob uma pressão de meio de pressão de, por exemplo, 160 bar e moldada subitamente, isostaticamente, no contorno da ferramenta de moldar 42. Nessa deformação, pelo menos um lado da seção de filme da parte de filme 5 retida no quadro 4 apresenta a temperatura de superfície de filme prevista de acordo com a invenção.

[00160] Depois dessa deformação, a ferramenta de moldar 42 é aberta e o carro 3 transporta o quadro 4 com a parte de filme deformada ou peça de embutição profunda de volta à zona de carga e descarga 10. Ali, a peça de embutição profunda pode ser desprendida automaticamente ou manualmente do quadro 4 e retirada do dispositivo 1.

#### **Exemplos de acordo com a invenção e exemplos comparativos para moldagem de filme de PC**

[00161] A peça de embutição profunda representada na Figura 2

tem um comprimento de 360 mm e uma altura de 105 mm. A tela de taquímetro e a tela de medição de números de rotações tem, em cada caso, um diâmetro de 113 mm. A placa da tela é preta, os números são brancos diante de um fundo cinza, e o segmento da tira de borda entre os números "5" e "6" da tela de medição de números de rotações é vermelho. Os pictogramas dispostos entre as duas telas são translúcidos e são visíveis, em cada caso, na ativação de uma iluminação de fundo associada em cada caso. É surpreendente uma elevação inicialmente escalonada e, subsequentemente, em forma cônica do plano da placa até um rebordo prateado, que termina aproximadamente 12 mm acima do plano da placa. Nesse rebordo prateado, as marcações brancas, que indicam os números, estão limitadas por tiras de borda pretas, muito finas.

[00162] Como material básico serviu um filme de PC, finamente mateado em uma superfície, com espessura de 375  $\mu\text{m}$  (Makrofol® OE de BAYER MATERIALSCIENCE AG), que sobre a superfície não mateada foi impresso no processo de serigrafia de estágios múltiplos com os vernizes coloridos, resistentes à temperatura elevada e flexíveis, citados acima. O anel prateado foi aplicado com ajuda de uma suspensão de Al-bronze.

[00163] As partes de filme planas, impressas, foram aquecidas – sem tratamento térmico precedente – na zona de aquecimento às temperaturas de superfície de filme, indicadas na Tabela 1 abaixo; o tempo de permanência na zona de aquecimento controla a temperatura de superfície de filme atingida. A temperatura de superfície de filme foi medida com ajuda da câmera de imagem térmica no lado inferior do filme. No exemplo 3 de acordo com a invenção os segmentos de parte de filme, que formam o rebordo, foram aquecidos para uma temperatura mais elevada, que excedeu a temperatura de superfície de filme em aproximadamente 5°C; para esse fim, os pares de aquecedores de

irradiação de superfície de infravermelho, associados a esses segmentos de parte de filme selecionados, foram ativados com uma tomada de potência elétrica mais alta.

[00164] Depois de atingida a temperatura de superfície de filme, indicada em cada caso, o filme foi transferido imediatamente e rapidamente (dentro de um período de menos de 1 s) à zona de moldagem e, ali, moldado imediatamente e subitamente. À moldagem, a parte de filme, que continua a apresentar a respectiva temperatura de superfície de filme, foi solicitada com ar comprimido aquecido àproximadamente 70°C, sob uma pressão de ar comprimido de 16 MPa (160 bar). A fase de alta temperatura, antes de atingir a temperatura de superfície de filme, até o término da moldagem de uma determina parte de filme, durou menos de 5 s.

[00165] Os resultados estão representados na Tabela 1.

#### **Exemplos de acordo com a invenção e exemplos comparativos para moldagem de filme de PMMA**

[00166] A tela de medição de números de rotações, representada na Figura 3, tem um diâmetro de 100 mm. A placa é preta, a inscrição, inclusive dos números, é branca, e os segmentos da tira de borda entre os números 40 e 60 são vermelhos. Os pictogramas agrupados em torno da abertura central são translúcidos e tornam-se visíveis, em cada caso, na ativação de, em cada caso, uma iluminação de fundo, em cada caso associada. É surpreendente o rebordo prateado, que se eleva em forma de cone, que termina 5 mm acima do plano da placa. Nesse rebordo prateado, as marcações brancas, que indicam os números, estão limitadas por tiras de borda pretas, muito finas.

[00167] Como material básico serviu um filme de PMMA, transparente como vidro, com espessura de 250 µm (filme Plexiglas® "Clear 99524" de Röhm GmbH & Co., KG), que sobre a superfície em estágios múltiplos com vernizes coloridos, resistentes à temperatura e fle-

xíveis, de acordo com a configuração gráfica do mostrador numérico do medidor de números de rotações de acordo com a Figura 3. O anel prateado foi aplicado com ajuda de uma suspensão de Al-bronze.

[00168] Na outra superfície, posteriormente, o lado anterior, foi aplicada uma camada de verniz de estrutura, para obter um "efeito fosco" ou características táteis exigida. Adicionalmente, foi aplicada sobre esse lado anterior posterior um revestimento de hardcoat, que causou um aperfeiçoamento adicional da resistência a arranhões da superfície da peça de embutição profunda.

[00169] Os resultados estão representados na Tabela 2.

**Tabela 1****Moldagem de um filme de PC a diversas temperaturas**

<b>Exemplo</b>	<b>Temperatura de superfície de filme</b>	<b>Temperatura de núcleo do filme*</b>	<b>Resultados da moldagem</b>	<b>Constituição da superfície</b>	<b>Comentário</b>
Exemplo 1 de acordo com a invenção	150°C	130°C	Mostrador numérico torcido em si mesmo; superfície de fundo deformada não-plana; cor interrompida; remoção imprecisa do molde.	Estrutura mantida, formação de rachaduras visível no material (estrias de gravidez).	Processo de moldagem frio demais; material de filme não flexibilizado suficientemente.
Exemplo 1 de acordo com a invenção	176°C	154°C	Redução das deformações; superfície de fundo continua não sendo plana (abaulamento); moldagem aperfeiçoada.	Sem modificação da estrutura; nítida redução da formação de rachaduras.	Aperfeiçoamento tendencial do processo de moldagem – estabilidade geométrica insuficiente do mostrador numérico.
Exemplo 2 de acordo com a invenção	192°C	173°C	Mostrador numérico praticamente sem deformações, isto é, posição plana muito boa depois da separação; remoção precisa do molde de todos os raios e transições; sem danos ao sistema de cores.	Estrutura não-danificada; sem formação de rachaduras.	Filme conserva a estabilidade das dimensões, mesmo depois da estampagem; disposição simétrica em rotação/posicionamento dos símbolos constante.

Continuação...

Exemplo	Temperatura de superfície de filme	Temperatura de núcleo do filme*	Resultados da moldagem	Constituição da superfície	Comentário
Exemplo 3 de acordo com a invenção	192°C, alguns segmentos de parte de filme, 197°C	174°C	Sem deformações visíveis; mostrador numérico estendido de modo absolutamente plano; sistema de cores satisfatório; sem danos no filme ou no sistema de cores.	De acordo com as exigências; efeito fosco e características táteis, satisfatórios	Combinação ótima da temperatura de superfície e de núcleo; o filme conserva a estabilidade das dimensões, também depois da estampagem; disposição simétrica em rotação/posicionamento dos símbolos constante.
Exemplo comparativo 2	210°C	197°C	Mostrador numérico praticamente sem deformações, isto é, posição plana muito boa depois da separação; remoção precisa do molde de todos os raios e transições; ligeiro "abaulamento excessivo" da borda, ligeira formação de bolhas por difusão do solvente	Estrutura da superfície é danificada; parte do filme preto-fosco tem aparência "gordurosa" (formação de grau de brilho)	Processo de moldagem quente demais; a estrutura do filme torna-se plástica; posicionamento dos símbolos se modifica/não reproduzível exatamente; sistema de cores forma bolhas; remoção do molde, satisfatória; aparência da cor e estrutura, insatisfatória.

\* a temperatura do núcleo foi avaliada por meio de diversas observações internas e valores de experiência

Tabela 2

## Moldagem de um filme de PMMA a diversas temperaturas

Exemplo	Temperatura de superfície de filme	Temperatura de núcleo do filme*	Resultados da moldagem	Constituição da superfície	Comentário
Exemplo comparativo 3	100°C	90°C	Negativo; filme rompido/interrompido	.....	Processo de deformação frio demais, material de filme quebradiço demais a essa temperatura; moldagem não é possível.
Exemplo comparativo 4	120°C	110°C	Filme não-rompido; remoção do molde não ótima - ruptura branca; deformações nítidas na região de moldagem.	Rupturas dentro do material de filme visíveis; superfície não está homogênea.	Moldagem possível; material ainda quebradiço demais; estabilidade geométrica insuficiente do mostrador numérico; ruptura branca modifica a aparência da formação de cor.
Exemplo 4 de acordo com a invenção	140°C	130°C	Mostrador numérico livre de deformações, isto é, posição plana muito boa depois da separação; remoção do molde com bordas precisas de todos os raios e transições; ruptura branca parcial; sem danificação do sistema de cores visível.	Rupturas não-visíveis; aparência do filme inalterada	Ruptura branca parcial mínima.

Continuação...

Exemplo	Temperatura de superfície de filme	Temperatura de núcleo do filme*	Resultados da moldagem	Constituição da superfície	Comentário
Exemplo 5 de acordo com a invenção	140°C, alguns segmentos de parte de filme, 145°C	135°C	Mostrador numérico sem deformações, isto é, posição plana muito boa depois da separação; remoção de contornos precisos do molde de todos os raios e transições; sem ruptura branca; sem danificação do sistema de cores visível.	Sem quebras visíveis, a aparência do filme se mantém inalterada.	Combinação ótima da temperatura da superfície e do núcleo; filme absolutamente plano; disposição simétrica em rotação/posicionamento dos símbolos constante; por aquecimento parcial, não ocorre nenhuma ruptura branca; reprodutibilidade constante garantida.
Exemplo comparativo 5	160°C	150°C	Forte contração das bordas laterais; remoção do molde de contornos precisos; sem ruptura branca; a cor preta parece azulada.	A área transparente do filme torna-se "turva", A aparência inalterada.	Processo de moldagem quente demais; a estrutura do filme/transparência se modificam; contração nitidamente forte; posicionamento dos símbolos varia/não-reprodutível exatamente.

\* a temperatura do núcleo foi avaliada por meio de diversas observações internas e valores da experiência



## REIVINDICAÇÕES

1. Processo para produção de uma parte de filme embutida em profundidade, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo, com pelo menos as etapas de processo abaixo:

- por à disposição um pedaço de filme (5) plano, pelo menos parcialmente impresso, metalizado e/ou revestido de outro modo em uma ou nas duas superfícies, de pelo menos uma matéria sintética termoplástica, que compreende pelo menos uma seção de filme, que, com relação a tamanho e impressão, metalização e/ou revestimento, corresponde à parte embutida em profundidade a ser produzida;

- esse pedaço de filme (5) é montado em disposição definida em um quadro (4), sendo que apenas as seções do lado da borda do pedaço de filme estão apoiadas sobre o quadro;

- o pedaço de filme (5) apoiado desse modo sobre o quadro (4) é introduzido em uma zona de aquecimento (20), e pelo menos a seção de filme é aquecida para uma temperatura predeterminada; e

- o pedaço de filme (5) aquecido desse modo é subsequentemente introduzido rapidamente em uma zona de deformação (40) e ali solicitado imediatamente e diretamente com um meio de pressão fluido, sob uma pressão de meio de pressão maior que 2 MPa (20 bar), e, dentro de um período menor que 5 segundos, deformado isotaticamente à parte embutida em profundidade desejada,

o referido processo sendo caracterizado pelo fato de que esse aquecimento é realizado para que pelo menos um lado de toda a seção de filme ou a parte predominante da seção de filme apresente uma temperatura superficial de filme no âmbito de 10 a 65°C acima da temperatura de amolecimento de Vicat B/50.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que no caso da matéria sintética termoplástica, trata-se

de policarbonatos ou copolicarbonatos na base de difenóis, poli- ou copoliacrilatos, poli- ou copolimetacrilatos, poli- ou copolímeros com estireno, poliuretanos termoplásticos, poliolefinas, poli- ou copolicondensados do ácido tereftálico ou misturas dos mesmos.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, para produção de uma parte de filme embutida em profundidade, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo, com pelo menos as etapas de processo abaixo:

- por à disposição um pedaço de filme (5) plano, pelo menos parcialmente impresso, metalizado e/ou revestido de outro modo em uma ou nas duas superfícies, de policarbonato, que compreende pelo menos uma seção de filme, que, com relação a tamanho e impressão, metalização e/ou revestimento, corresponde à parte embutida em profundidade a ser produzida;

- esse pedaço de filme (5) é montado em disposição definida em um quadro (4), sendo que apenas as seções do lado da borda do pedaço de filme estão apoiadas sobre o quadro;

- o pedaço de filme (5) apoiado desse modo sobre o quadro (4) é introduzido em uma zona de aquecimento (20), e, pelo menos a seção de filme é aquecida para uma temperatura predeterminada; e

- o pedaço de filme é subsequentemente introduzido rapidamente em uma zona de deformação (40) e ali solicitado imediatamente e diretamente com um meio de pressão fluido, sob uma pressão de meio de pressão maior que 2 MPa (20 bar), e dentro de um período menor que 5 segundos deformado isostaticamente à parte embutida em profundidade desejada,

o referido processo sendo caracterizado pelo fato de que esse aquecimento é realizado para que pelo menos um lado de toda a seção de filme ou a parte predominante da seção de filme apresente uma temperatura superficial de filme no âmbito de 180 a 200°C.

4. Processo, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que, para aquecimento na zona de aquecimento, o pedaço de filme (5) é mantido por um período à distância de pelo menos um campo de aquecimento (21/22), formado de uma pluralidade de aquecedores de superfície por infravermelho (23, 23', 23'', etc.), que podem ser comandados individualmente; e

o pedaço de filme (5) aquecido desse modo, no caminho da zona de aquecimento (20) à zona de deformação (40), passa por uma estação de medição de temperatura (30), na qual, com ajuda de uma câmara de imagem térmica (31), a distribuição de temperatura em uma superfície de filme é detectada, tornada visível e/ou representada de outra maneira, e

que é realizado um aquecimento diferencial, para o que cada aquecedor de superfície por infravermelho (23, 23', 23'', etc.) é comandado individualmente,

- para minimizar as diferenças de temperatura na seção de filme, visíveis da distribuição de temperatura, e

- para aquecer pelo menos um lado da seção de filme predominante para uma temperatura superficial de filme no âmbito de 180°C a 200°C, e

- para, opcionalmente, aquecer segmentos individuais, selecionados, do pedaço de filme para uma temperatura mais elevada, que excede essa temperatura superficial de filme em pelo menos 3°C e em não superior a 10°C.

5. Processo, de acordo com a reivindicação 3 ou 4, caracterizado pelo fato de que pelo menos um lado de toda a seção de filme ou da parte predominante da seção de filme é aquecido para uma temperatura superficial de filme no âmbito de 185°C a 195°C.

6. Processo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, para produção de uma parte de filme embutida em profundidade, pelo me-

nos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo, com pelo menos as etapas de processo abaixo:

- por à disposição um pedaço de filme (5) plano, pelo menos parcialmente impresso, metalizado e/ou revestido de outro modo em uma ou nas duas superfícies, de polimetilmetacrilato ou de poli(met)acrilato, que compreende pelo menos uma seção de filme, que, com relação a tamanho e impressão, metalização e/ou revestimento, corresponde à parte embutida em profundidade a ser produzida;

- esse pedaço de filme (5) é montado em disposição definida em um quadro (4), sendo que apenas as seções do lado da borda do pedaço de filme estão apoiados sobre o quadro;

- o pedaço de filme (5) apoiado desse modo sobre o quadro (4) é introduzido em uma zona de aquecimento (20), e pelo menos a seção de filme é aquecida para uma temperatura predeterminada; e

- o pedaço de filme (5) é subsequentemente introduzido rapidamente em uma zona de deformação (40) e ali solicitado imediatamente e diretamente com um meio de pressão fluido, sob uma pressão de meio de pressão maior que 2 MPa (20 bar), e dentro de um período menor que 5 segundos deformado isostaticamente à parte embutida em profundidade desejada,

o referido processo sendo caracterizado pelo fato de que esse aquecimento é realizado para que pelo menos um lado de toda a seção de filme ou a parte predominante da seção de filme apresente uma temperatura superficial de filme no âmbito de 130 a 150°C.

7. Processo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que, para aquecimento na zona de aquecimento (40), o pedaço de filme é mantido por um período à distância de pelo menos um campo de aquecimento (21/22), formado de uma pluralidade de aquecedores de superfície por infravermelho (23, 23', 23'', etc.), que podem ser comandados individualmente; e

o pedaço de filme aquecido desse modo, no caminho da zona de aquecimento (20) à zona de deformação (40), passa por uma estação de medição de temperatura (30), na qual, com ajuda de uma câmara de imagem térmica (31), a distribuição de temperatura em uma superfície de filme é detectada, tornada visível e/ou representada de outra maneira, e

que é realizado um aquecimento diferencial,

para o que cada aquecedor de superfície por infravermelho (23, 23', 23'', etc.) é comandado individualmente,

- para minimizar as diferenças de temperatura na seção de filme, visíveis da distribuição de temperatura, e

- para aquecer pelo menos um lado da seção de filme predominante para uma temperatura superficial de filme na faixa acima citado de 130°C a 150°C, e

- para, opcionalmente, aquecer segmentos individuais, selecionados, do pedaço de filme para uma temperatura mais elevada, que excede essa temperatura superficial de filme em pelo menos 3°C e em não superior a 10°C.

8. Processo, de acordo com a reivindicação 4 ou 7, caracterizado pelo fato de que são selecionados os segmentos de pedaço de filme, nos quais deve ser obtida uma flexibilização mais alta do material de filme.

9. Processo, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que são selecionados os segmentos de pedaço de filme, nos quais deve dar-se uma deformação particularmente forte do filme (5) originalmente plano ou nos quais deve ser obtida uma modelação exata de contornos de arestas agudas, uma reprodução de ajuste preciso de estampagens e/ou cinzelamentos de partes finas, bem como uma correção de desvios de posição devidos à pressão.

10. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindica-

ções 4 e 7 a 9, caracterizado pelo fato de que é produzida uma quantidade de partes de filme termoconformadas da mesma espécie; e

a etapa de medição e avaliação da distribuição de temperatura em uma superfície de filme é conduzida apenas durante a produção de pelo menos 20% de todas as partes de filme.

11. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que o pedaço de filme (5) apoiado sobre o quadro (4) é introduzido em uma zona de aquecimento (20), que apresenta dois campos de aquecimento de superfície idêntica (21, 22), alinhados horizontalmente, dispostos paralelamente à distância um do outro e alinhados um com o outro; e o pedaço de filme (5), para aquecimento à temperatura superficial de filme prevista, em cada caso, é disposta, de modo aproximadamente no meio entre esses dois campos de aquecimento (21, 22) e ali mantida por algum tempo.

12. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que, depois do aquecimento à temperatura superficial do filme prevista em cada caso, o pedaço de filme (5) é transferido à zona de deformação (40) dentro de um período menor que 5 segundos, de preferência, menor que 2 segundos.

13. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que são processados pedaços de filme (5) transparentes, que foram impressos, metalizados e/ou revestidos de outro modo de acordo com um layout predeterminado.

14. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo fato de que são processados pedaços de filme (5) de uma camada, que foram impressos, metalizados e/ou revestidos de outro modo de acordo com um layout predeterminado.

15. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que os pedaços de filme (5) a

serem conformados são filme coextrusado de camadas múltiplas ou filme de laminado de pelo menos duas matérias sintéticas termoplásticas diferentes.

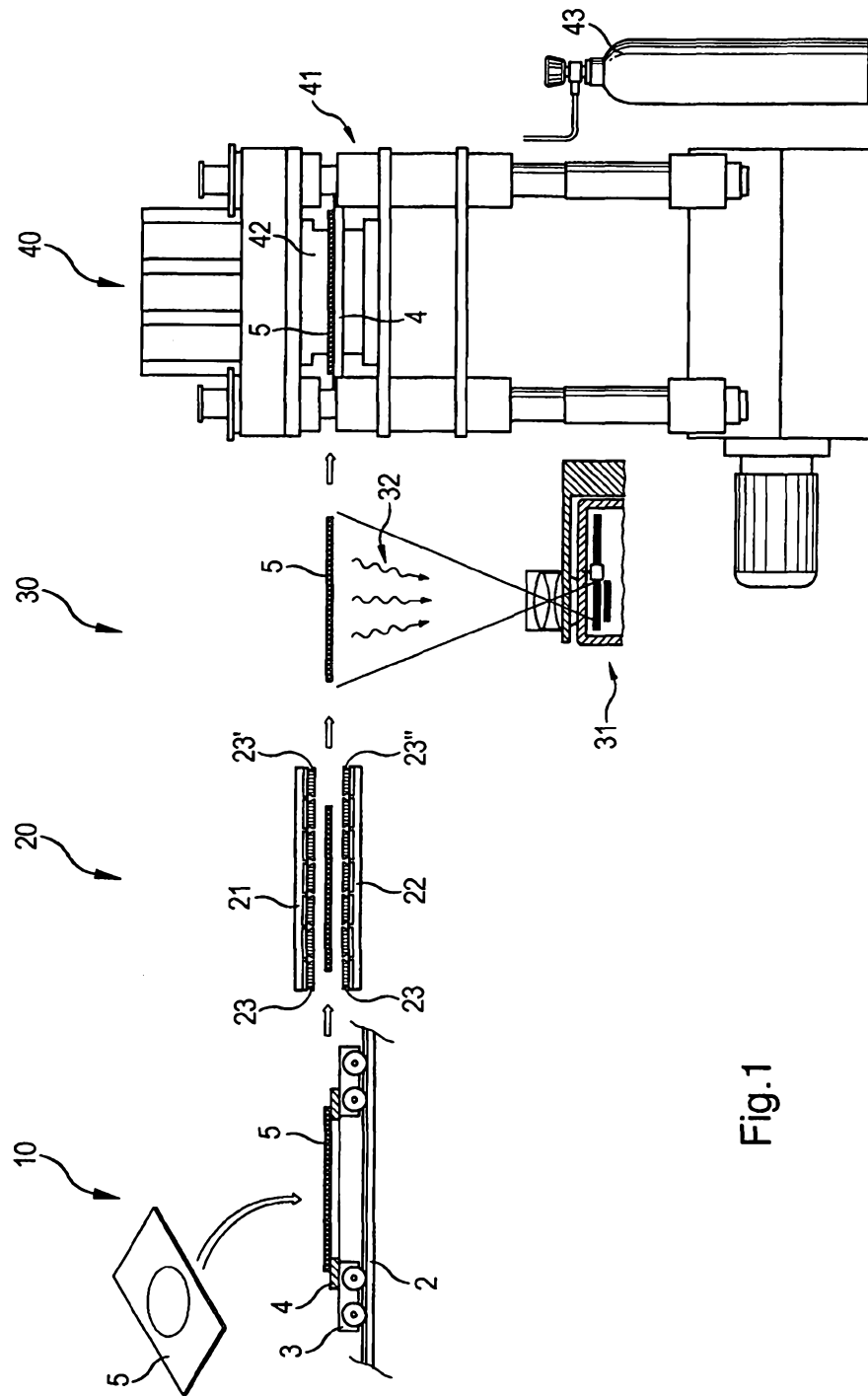


Fig.1



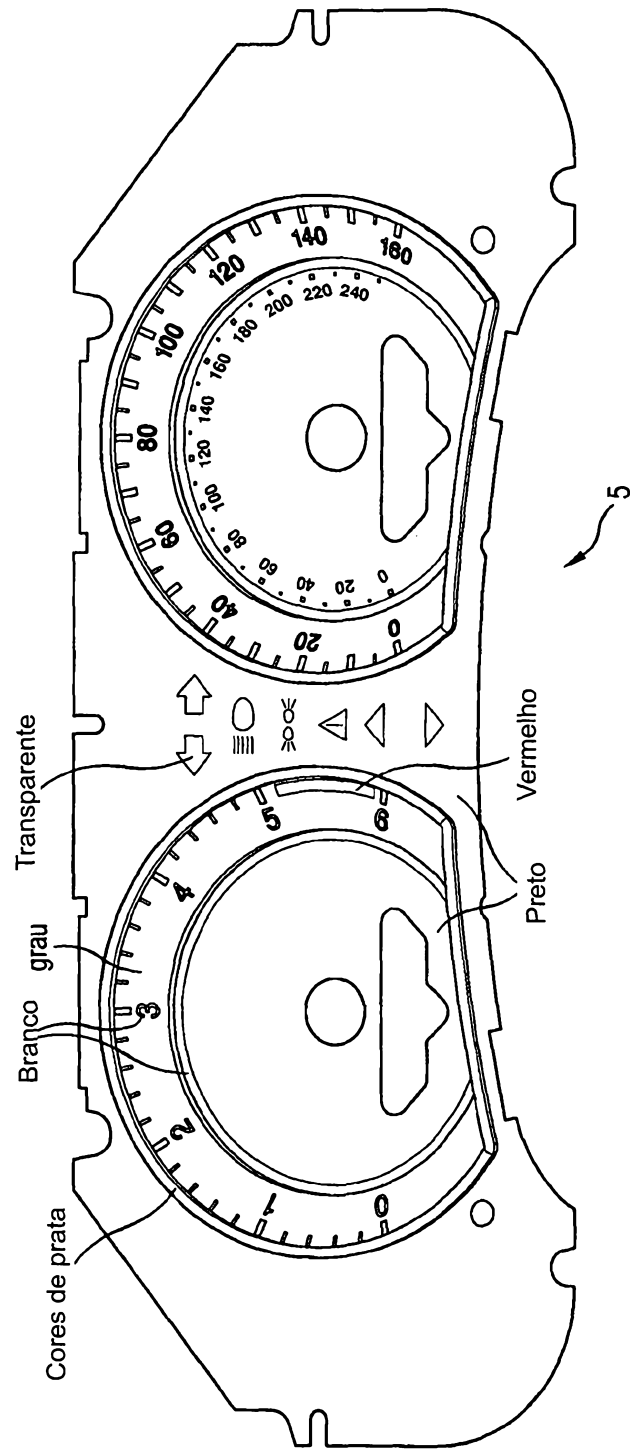


Fig. 2

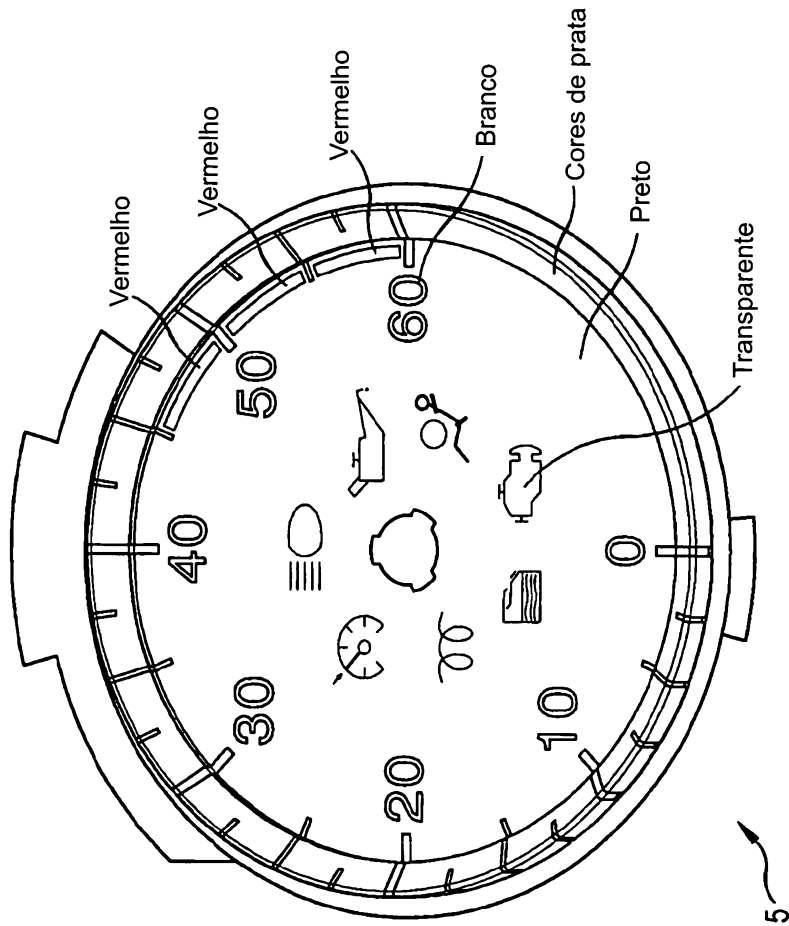


Fig. 3

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UMA PARTE DE FILME EMBUTIDO EM PROFUNDIDADE DE MATÉRIA SINTÉTICA TERMOPLÁSTICA"**.

[001] A presente invenção se refere a um processo para produção de uma parte de filme embutida em profundidade, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo, de pelo menos uma matéria sintética termoplástica, de preferência, de polycarbonato (PC) ou de polimetilmetacrilato ou poli(met)acrilato (PMMA).

[002] Dependendo de sua aplicação, as partes de filme termoconformadas ou peças termoconformadas, obteníveis de acordo com a invenção, apresentam, tipicamente, uma configuração gráfica, funcional e/ou decorativa, seguindo um layout predeterminando, com seções de cores diferentes e, opcionalmente, com, adicionalmente, uma ou mais seção(seções) transparentes. Essas peças termoconformadas podem ser usadas, por exemplo, como coberturas de luminárias, como placas luminosas, como partes de carcaça, como teclas de pressão ou de interruptor, como dispositivo de exibição, como placas indicadoras de escalas, de componentes e/ou instrumentos, também como mostradores de relógio e sinalizadores dos mais diversos tipos. Uma área de aplicação importante se refere às placas indicadoras ou elementos indicadores dos instrumentos, escalas e indicações no painel de instrumentos em automóveis; aqui, por exemplo, a placa indicadora do aparelho indicador de velocidade de marcha ou taquímetro; essas placas indicadoras de taquímetros também são designadas no setor técnico por "telas de taquímetro". Sem que com isso se pretenda limitar a presente invenção, o processo de acordo com a invenção é explicado abaixo por meio da produção dessas telas de taquímetro.

[003] O processo que serve de base à transformação de uma placa ou filme de matéria sintética para um corpo moldado, na maioria

das vezes formado de modo relativamente simples, é a termomoldagem ou "thermoforming". Aqui, o material básico plano é aquecido para uma temperatura de moldagem de tal modo alta que ele fica mole e plástico, e nesse estado, sob ação de forças de moldar relativamente pequenas, pode ser moldado o contorno de uma ferramenta de moldar. Essas forças de moldar podem ser produzidas, por exemplo, por aplicação de vácuo (processo de vácuo), por solicitação com um meio de pressão fluido, sob uma pressão de meio de pressão de até aproximadamente 4 a 6 bar (processo de ar comprimido) ou por uma combinação das duas medidas. Para filmes de PMMA, aqui, Plexiglas® XT (de RÖHM GMBH), é indicada por parte do fabricante, uma temperatura de moldagem de 160 a 170°C. Para termomoldagem de filmes de PC, aqui, Makrofol® (de BAYER AG), o filme precisa ser previamente aquecido no forno de aquecimento por pelo menos 8 h, a pelo menos 80°C para remover resíduos de solvente. Subsequentemente, o filme aquecido é aquecido para uma temperatura de moldagem acima de 220°C, por exemplo, por 15 a 20 s, entre um aquecimento superior, com uma temperatura superficial de aquecedor de irradiação de 600°C, e um aquecimento inferior, com uma temperatura superficial de aquecedor de irradiação de 400°C. Sem tratamento de aquecimento prévio, os resíduos de solvente causariam uma formação de bolhas no aquecimento à temperatura de moldagem e na embutição profunda subsequente. Como na termomoldagem só se trabalha com forças de moldar relativamente pequenas, o material para transformação precisa ser muito mole e plástico. Tipicamente, são obtidos, desse modo, corpos moldados de formas simples, tais como carcaças e recipientes. Uma reprodução precisa de uma configuração gráfica e/ou uma moldagem verdadeira e exata de estruturas de arestas vivas do filme básico plano, em cada caso, no corpo moldado acabado, não é possível.

[004] Por outro lado, a presente invenção também se refere a um

processo para produção de uma peça de filme embutida em profundidade, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo, com pelos menos as etapas de processo abaixo:

- é posta à disposição uma parte de filme plano, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo em uma ou nas duas superfícies, de pelo menos uma matéria sintética termoplástica, em modalidades particularmente preferidas, de policarbonato (PC) ou de polimetilmetacrilato ou poli(met)acrilato (PMMA), que compreende pelo menos uma seção de filme, que no que se refere a tamanho e impressão, metalização e/ou revestimento, corresponde à peça embutida em profundidade a ser produzida;

- essa parte de filme é montada em disposição definida em um quadro, sendo que apenas as seções do lado da borda da parte de filme estão apoiadas sobre o quadro;

- a parte de filme retida no quadro é introduzida em uma zona de aquecimento e, ali, pelo menos a seção de filme é aquecida para uma temperatura especificada; e

- a parte de filme aquecida desse modo é subsequentemente introduzida rapidamente em uma zona de transformação e ali solicitada imediatamente e diretamente com um meio de pressão fluido, sob uma pressão de meio de pressão maior que 2 Mpa (2 MPa (20 bar)), e, dentro de um período menor que 5 segundos, deformada isostaticamente à peça embutida em profundidade desejada.

[005] Um processo similar dessa espécie é conhecido do documento EP 0 371 425 B1; esse processo também é designado no setor técnico como "deformação por pressão alta ou transformação por pressão alta" de filmes de matéria sintética ou como "processo de pressão máxima" ou como "deformação a frio de filmes de acordo com o High Pressure Forming" ou processo de HPF (de High Pressure Formina). De acordo com esse processo conhecido, é transformado,

por exemplo, um filme de PC transparente, que apresenta uma espessura de camada de 125  $\mu\text{m}$  (Makrofol®, adquirido de BAYER AG), com uma temperatura de amolecimento de aproximadamente 150°C para uma temperatura de trabalho no âmbito de 90 a 120°C e, depois, transformado com ajuda de ar comprimido de 15 Mpa (15 MPa (150 bar)). Essa temperatura de trabalho se refere a todo o filme.

[006] O documento DE 41 13 568 C1 descreve um dispositivo para deformação por pressão alta de filmes de matéria sintética, de acordo com esse processo de HPF. Um dispositivo desse tipo, que funciona automaticamente, apresenta pelo menos:

- uma linha contínua de placas semelhantes a quadros, deslocáveis, que são guiadas gradualmente por um transportador pelas diversas estações de trabalho do dispositivo;

- uma estação de aplicação, na qual é disposta, em cada caso, uma parte de filme plana, a ser deformada, em disposição, em cada caso, sobre uma placa;

- uma estação de aquecimento, na qual cada parte de filme é aquecida para uma temperatura especificada;

- uma estação de moldagem com uma ferramenta de moldar, em cujo espaço oco de molde é moldada a parte de filme;

- uma estação de retirada, na qual a parte de filme embutida em profundidade, deformada na estação de moldagem, é desprendida da placa que retém a mesma e chega a um recipiente coletor; e

- uma fonte para meio de pressão fluido, mantido sob uma pressão elevada, particularmente, ar comprimido, com o qual a parte de filme disposta na ferramenta de moldar, é solicitada e deformada.

[007] Uma estação de aquecimento, ali descrita detalhadamente, apresenta três campos de aquecimento, alinhados um ao lado do outro em um plano comum, que estão dispostos à distância acima da faixa de movimento da linha de placas. Cada campo de aquecimento apre-

senta diversos aquecedores de irradiação de superfície infravermelhos, dos quais alguns são comandados independentemente. Um aquecedor de irradiação piloto está equipado com sensores para detecção da temperatura ambiente e sua temperatura superficial. A temperatura superficial do aquecedor de irradiação piloto pode ser mantida constante em limites estreitos. O aquecedor de irradiação piloto fornece sinais para controle dos aquecedores de irradiação de superfície infravermelhos comandáveis independentemente, para manter a superfície de aquecimento dos mesmos também a uma temperatura especificada.

[008] Durante o avanço gradual, a parte de filme a ser aquecida permanece por um período determinado à distância desses campos de aquecimento e é aquecida à temperatura de trabalho prevista. Com ajuda dos aquecedores de irradiação de superfície infravermelhos, montados nas bordas, que apresentam uma temperatura elevada, pode ser garantido que também as seções de borda da parte de filme recebem a mesma temperatura como a seção central, de modo que toda a parte de filme apresenta uma temperatura de trabalho especificada, uniforme, determinada.

[009] Uma particularidade dessa deformação por pressão alta conhecida de filmes de matéria sintética consiste no fato de que a deformação é realizada a uma temperatura de trabalho abaixo da temperatura de amolecimento da matéria sintética do respectivo material de filme. Por exemplo, o material de policarbonato ali usado, na base de bisfenol A (Makrolon®, de BAYER AG), tem uma temperatura de amolecimento de aproximadamente 150°C; e a transformação por pressão alta é realizada a uma temperatura de trabalho de todo o filme aquecido de aproximadamente 120°C.

[0010] A experiência mostra que peças de filme, termoconformadas sob essas condições, frequentemente ainda ocorrem determina-

das forças de restauração. As peças de filme termoconformadas, produzidas desse modo, frequentemente, foram, portanto, ainda injetados complementarmente no verso com outra matéria sintética, para por à disposição produtos de dimensões estáveis. Esses processos também são designados no setor técnico como Insert Moulding. Para injeção complementar ou Insert Moulding, a peça de filme impressa e embutida em profundidade é inserida de tal modo em uma ferramenta de fundição injetada, que a impressão está voltada para o lado do bocal e é injetada complementarmente no verso, por exemplo, com uma camada com espessura de 0,5 a 3,0 mm de uma matéria sintética termoplástica. É bem apropriada, por exemplo, uma ferramenta de canal quente, com vazamento de fechamento de agulhas. Para injeção complementar são apropriadas matérias sintéticas termoplásticas, tais como, por exemplo, PC, misturas de PC com copolímeros de acrilnitrilabutadieno (ABS) e materiais de PMMA. O material líquido por fusão usado à injeção complementar índice com uma temperatura de aproximadamente 220°C a 300°C sobre o filme impresso. Para, nesse caso, evitar danificações da decoração, o filme pode ser dotado de um elemento de proteção na região dos canais de injeção; compare a esse respeito, por exemplo, DE 103 12 610 A1.

[0011] O documento EP 1 023 150 B1 se refere, entre outras coisas, a um processo para produção de um corpo moldado. Nesse processo, um filme plano, opcionalmente colorido, que pode consistir, por exemplo, em PC, é disposto sobre um espaço oco de molde. Sobre esse filme é disposta matéria sintética líquida por fusão, por exemplo, também PC,. Como o filme já fica mole e plástico no contato com a fusão de matéria sintética, pode ser formada uma pressão de gás moderada no espaço oco de molde, que apóia o peso de filme e fusão de matéria sintética, para evitar um afundamento do filme sob o peso da matéria sintética líquida por fusão. Subsequentemente, com ajuda da



matriz ou da prensa de estampar, a combinação de filme e fusão de matéria sintética é comprimida no espaço oco de molde e o filme é levado ao encosto na parede do espaço oco de molde. Depois do esfriamento, é obtido um corpo moldado, opcionalmente de paredes finas, cuja camada externa consiste no filme opcionalmente colorido.

[0012] De acordo com um processo alternativo dessa espécie (comp. o documento US 6 506 334 B1), a parte de filme cobre o espaço oco de molde em um molde inferior. Sobre essa parte de filme é colocado um pedaço de plástico, recortado de modo adequado, que previamente foi aquecido para uma determinada temperatura. Normalmente, trata-se, nesse caso, da temperatura de fusão da matéria sintética da qual consiste o pedaço de plástico, ou de uma temperatura ainda mais alta. O pedaço de plástico pode ser aquecido para essa temperatura com ajuda de aquecimento de infravermelho, de aquecimento de convecção, de aquecimento de alta frequência ou com ajuda de outra medida de aquecimento. Subsequentemente, a disposição de camada dupla, de filme opcionalmente colorido e do pedaço de plástico quente é comprimido para dentro do espaço oco de molde, com ajuda de uma prensa de estampar ou de um molde superior. Esses processos citados por último também são chamados de Compression Moulding.

[0013] Os processos citados, tais como, por exemplo, Insert Moulding, Compression Moulding e outros processos dessa espécie fornecem corpos moldados de camadas múltiplas, opcionalmente de paredes finas, nos quais o filme decorativo forma uma camada externa, mas a decoração em si se encontra dentro da massa do corpo moldado e, com isso, está protegida contra abrasão. O contato com a massa de matéria sintética líquida por fusão pode prejudicar a decoração na camada decorativa.

[0014] Com o Compression Moulding, tipicamente, não pode ser

obtida uma precisão de reprodução alta, na ordem de tamanho de  $\pm 0,1$  mm, uma vez que todo o filme já está mole e plástico na transformação. O modo de processo que requer pelo menos dois passos de trabalho é complexo. A indústria respectiva, porém, exige crescentemente peças de filmes desse tipo, estampadas em profundidade, em uma camada e de dimensões estáveis, para, desse modo, evitar a etapa de trabalho adicional da injeção complementar com matéria sintética.

[0015] Com base nesse fato, a tarefa da presente invenção consiste em indicar um processo de acordo com a espécie (comp. EP 0 371 425 B1), com o qual são obteníveis peças de filme de uma camada, termoconformadas e de dimensões estáveis de pelo menos uma matéria sintética termoplástica, em modalidades particularmente preferidas, de policarbonato (PC) ou de polimetilmetacrilato ou poli(met)acrilato (PMMA), que são praticamente livres de tensões internas e forças de restauração e que, depois da transformação por alta pressão, apresentam um posicionamento inalterado, extremamente preciso, da configuração gráfica, funcional e/ou decorativa, em uma ordem de tamanho de, de preferência,  $\pm 0,1$  mm.

[0016] Partindo de um processo para produção de uma parte de filme embutida em profundidade, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou de outro modo revestida, com pelo menos os seguintes passos de processo:

- é posta à disposição uma parte de filme plano, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo em uma ou nas duas superfícies, de pelo menos uma matéria sintética termoplástica, que compreende pelo menos uma seção de filme que, no que se refere a tamanho e impressão, metalização e/ou revestimento, corresponde à peça de embutição profunda a ser produzida;
- essa parte de filme é montada em disposição definida em

um quadro, sendo que apenas as seções do lado da borda da parte de filme estão apoiadas sobre o quadro;

- a parte de filme apoiada desse modo sobre o quadro é introduzida em uma zona de aquecimento e, ali, pelo menos a seção de filme é aquecida para uma temperatura especificada; e

- a parte de filme aquecida desse modo é subsequentemente introduzida rapidamente em uma zona de transformação e ali solicitada imediatamente e diretamente com um meio de pressão fluido de maior que 2 Mpa (2 MPa (20 bar)), e, dentro de um período menor que 5 segundos, é deformada isostaticamente à peça desejada, embutida em profundidade, é a solução de acordo com a invenção da tarefa acima, caracterizada pelo fato de que esse aquecimento é realizado para que pelo menos um lado da seção de filme citada ou da parte predominante da seção de filme apresente uma temperatura de superfície de filme no âmbito de 10 a 65°C, de preferência, de 15 a 65°C, de modo particularmente preferido, de 20 a 65°C, modo especialmente preferido, de 25 a 60°C, acima da temperatura de amolecimento de Vicat B/50.

[0017] Na temperatura de amolecimento de Vicat B/50 de uma matéria sintética termoplástica trata-se de uma temperatura de amolecimento de Vicat B50 de acordo com ISO 306(50 N; 50°C/h).

[0018] De preferência, segmentos da parte de filme individuais, de preferência, segmentos individuais da seção de filme, também ainda podem ser aquecidos para uma temperatura elevada, que excede essa temperatura de superfície de filme em pelo menos 3 não superior a 10°C, e com essa temperatura de filme são transformados sob a outras condições do processo de acordo com a invenção.

[0019] O processo de acordo com a invenção oferece em relação aos processo de acordo com o estado da técnica a vantagem de que com esse processo são obteníveis peças de filme termoconformadas,

nas quais as forças de restauração e tensões internas estão minimizadas ou que estão praticamente livres de tensões internas e forças de restauração. Além disso, nas peças de filme termoconformadas, produzidas de acordo com a invenção, pode ser obtida uma alta precisão de reprodução, na ordem de tamanho de, de preferência,  $\pm 0,1$  mm. Isso é obtido, surpreendentemente, pela combinação de acordo com a invenção das etapas de processo individuais, sem que pelo aquecimento para uma temperatura de superfície de filme no âmbito indicado, acima da temperatura de amolecimento de Vicat B/50, sejam prejudicados o filme plasticamente fluente e a precisão de reprodução no processo de deformação subsequente.

[0020] De acordo com a invenção, é aquecida toda a seção de filme ou a parte predominante da seção de filme à temperatura de superfície de filme correspondente. Nesse caso, por parte predominante da seção de filme, devem ser entendidos no contexto da invenção pelo menos 60%, pelo menos 70%, de modo particularmente preferido, pelo menos 80%, modo especialmente preferido, pelo menos 90% da seção de filme, que, no que se refere a tamanho e impressão, metalização e/ou revestimento, corresponde à peça de embutição profunda a ser produzida.

[0021] Por rápida introdução da parte de filme na zona de deformação, no sentido da presente invenção, deve ser entendido que a parte de filme, depois do aquecimento à temperatura de superfície de filme, em cada caso prevista, é transferida dentro de um período de menos de 10 s, de preferência, menos de 5 s, de modo particularmente preferido, menos de 2 s, modo especialmente preferido, menos de 1 s, à zona de deformação.

[0022] Tipicamente, são usadas partes de filme no âmbito de espessura de 100  $\mu\text{m}$  a 2.000  $\mu\text{m}$ , de preferência, no âmbito de espessura de 125 a 750  $\mu\text{m}$ , de modo particularmente preferido, no âmbito de

espessura de 125 a 600  $\mu\text{m}$ , e modo especialmente preferido, no âmbito de espessura de 200 a 500  $\mu\text{m}$ , no processo de acordo com a invenção.

[0023] No caso da matéria sintética termoplástica, pode tratar-se, de preferência, de pelo menos uma matéria sintética termoplástica selecionada de polímeros de monômeros etilenicamente insaturados e/ou policondensados de compostos reativos bifuncionais e/ou produtos de poliadição de compostos reativos bifuncionais, de preferência, de pelo menos uma matéria sintética termoplástica selecionada de polímeros de monômeros etilenicamente insaturados e/ou policondensados de compostos reativos bifuncionais. Para determinadas aplicações, pode ser vantajoso e, conseqüentemente, preferido, usar uma matéria sintética termoplástica transparente.

[0024] Matérias sintéticas termoplásticas são polycarbonatos ou copolycarbonatos na base de difenóis, poli- ou copoliacrilatos e poli- ou copolimetacrilatos, tais como, exemplificadamente e de preferência, polimetilmetacrilato ou poli(met)acrilato (PMMA), poli- ou copolímeros com estireno, tais como poliestireno ou poliestirenoacrilonitrila (SAN), poliuretanos termoplásticos, bem como poliolefinas, tais como exemplificadamente e de preferência, tipos de polipropileno ou poliolefinas, na base de olefinas cíclicas (por exemplo, TOPAS®, de Hoechst), poli- ou copolicondensados do ácido tereftálico, tais como, exemplificadamente e de preferência, poli- ou copolietilentereftalato (PET ou CoPET), PET modificado com glicol (PETG), poli- ou copolíciclohexandimetilentereftalato modificado com glicol (PCTG) ou poli- ou copolibutilentereftalato (PBT ou CoPBT) ou misturas das poliolefinas citadas acima, tal como, por exemplo, polipropileno, sem adição de outras matéria sintética termoplásticas citadas acima, no entanto, são menos preferidas para o processo de acordo com a invenção.

[0025] Matérias sintéticas termoplásticas preferidas são policarbo-

atos ou copolicarbonatos, poli- ou copoliacrilatos, poli- ou copolimeta-  
crilatos ou misturas que contém pelo menos uma dessas matérias sin-  
téticas termoplásticas. São particularmente preferidos policarbonatos  
ou copolicarbonatos, particularmente, com pesos moleculares médios  
 $M_w$  de 500 a 100.000, de preferência, de 10.000 a 80.000, de modo  
particularmente preferido, de 15.000 a 40.000 ou misturas dos mes-  
mos, com pelo menos um poli- ou copolicondensado do ácido tereftáli-  
co, com pesos moleculares médios  $M_w$  de 10.000 a 200.000, de prefe-  
rência, de 26.000 a 120.000, ou poli- ou copoliacrilatos e poli- ou copo-  
limetacrilatos, com pesos moleculares médios  $M_w$  no âmbito de  
30.000 a 300.000, matéria prima no âmbito de 80.000 a 250.000.

[0026] Como poli- ou copolicondensados do ácido tereftálico são  
apropriados em modalidades preferidas da invenção polialquilenteref-  
talatos. Polialquilentereftalatos apropriados são, por exemplo, produtos  
de reação de ácidos dicarboxílicos aromáticos ou seus derivados rea-  
tivos (por exemplo, ésteres ou anidridos de dimetila) e dioleno alifático,  
cicloalifático ou aralifático e misturas desses produtos de reação.

[0027] Polialquilentereftalatos preferidos podem ser preparados de  
ácido tereftálico (ou de seus derivados reativos) e dioleno alifático ou  
cicloalifático, com 2 a 10 átomos de C, de acordo com métodos co-  
nhecidos (Kunststoff-Handbuch, vol. VIII, p. 695 ss., Karl-Hanser-  
Verlag, Munique 1973).

[0028] Os polialquilentereftalatos podem conter, além de ésteres  
de ácido tereftálico, até 20% em mol de radicais de outros ácidos di-  
carboxílicos aromáticos, com 8 a 14 átomos de C ou ácidos dicarboxí-  
licos com 4 a 12 átomos de C, tais como, por exemplo, radicais de áci-  
do ftálico, ácido isoftálico, ácido naftalin-2,6-dicarboxílico, ácido 4,4'-  
difenildicarboxílico, ácido succínico, ácido adípico, ácido sebácico, áci-  
do azeláico, ácido ciclo-hexandiacético.

[0029] Os polialquilentereftalatos podem conter, além de radicais

de etileno ou butandiol-1,4-glicol, até 80% em mol de outros dióis alifáticos, com 3 a 12 átomos de C, ou dióis cicloalifáticos, com 6 a 21 átomos de C, por exemplo, radicais de propan-1,3-diol, 2-etilpropan-1,3-diol, neopentil glicol, pentan-1,5-diol, hexan-1,6-diol, ciclo-hexan-1,4-dimetanol, 3-metilpentan-2,4-diol, 2-metilpentan-2,4-diol, 2,2,4-trimetilpentan-1,3-diol e 2-etilhexan-1,6-diol, 2,2-dietilpropan-1,3-diol, hexan-2,5-diol, 1,4-di-([beta]-hidroxietóxi)-benzeno, 2,2-bis-(4-hidroxiciclo-hexil)-propano, 2,4-dihidróxi-1,1,3,3-tetrametil-ciclobutano, 2,2-bis-(3-[beta]-hidroxietoxifenil)-propano e 2,2-bis-(4-hidroxipropoxifenil)-propano (comp. DE-OS 24 07 674, 24 07 776, 27 15 932).

[0030] Os polialquiltereftalatos podem ser ramificados por incorporação de quantidades relativamente pequenas de álcoois 3- ou 4-valentes ou ácidos carboxílicos 3- ou 4-básicos, tais como estão descritos nos documentos DE-OS 19 00 270 e US-OS 3 692 744. Exemplos de agentes de ramificação preferidos são ácido trimesínico, ácido trimetílico, trimetiloetano e – propano e pentaeritrita.

[0031] De preferência, não é usado superior a 1% em mol do agente de ramificação, com relação ao componente de ácido.

[0032] São particularmente preferidos polialquiltereftalatos, que foram preparados unicamente de ácido tereftálico e de seus derivados reativos (por exemplo, de seus ésteres de dialquila) e radicais de etilenglicol e/ou butandiol-1,4 e/ou 1,4-ciclo-hexandimetanol, e misturas desses polialquiltereftalatos.

[0033] Polialquiltereftalatos preferidos também são copoliésteres, que são preparados de pelo menos dois dos componentes de ácido citados acima e/ou de pelo menos dois dos componentes de álcool citados acima, copoliésteres particularmente preferidos são poli(etilenglicol/butandiol-1,4)tereftalatos.

[0034] Os polialquiltereftalatos, usados de preferência, como

componente, possuem, de preferência, uma viscosidade intrínseca de cerca de 0,4 a 1,5 dl/g, pre,5 a 1,3 dl/g, em cada caso, medida em fenol/-diclobenzeno (1:1 partes em peso), a 25°C.

[0035] Em modalidades particularmente preferida da invenção, no caso da mistura de pelo menos policarbonato ou copolicarbonato com pelo menos um poli- ou copolicondensado do ácido tereftálico, trata-se de uma mistura de pelo menos um policarbonato ou copolicarbonato com poli- ou copolibutilenotereftalato ou poli- ou copoliciclohexandimetilentereftalato modificado com glicol. Em uma mistura desse tipo de policarbonato ou copolicarbonato com poli- ou copolibutilentereftalato ou poli- ou copoliciclohexandimetilentereftalato modificado com glicol, pode tratar-se, de preferência, de uma mistura de 1 a 90% em peso de policarbonato ou copolicarbonato e 99 a 10% em peso de poli- ou copolibutilentereftalato ou poli- ou copoliciclohexandimetilentereftalato modificado com glicol, de preferência, com 1 a 90% em peso de policarbonato e 99 a 10% em peso de polibutilentereftalato ou policiclohexandimetilentereftalato modificado com glicol, sendo que as frações se somam para 100% em peso. De modo particularmente preferido, em uma mistura desse tipo de policarbonato ou copolicarbonato com poli- ou copolibutilentereftalato ou poli- ou copoliciclohexandimetilentereftalato modificado com glicol, pode tratar-se de uma mistura com 20 a 85% em peso de policarbonato ou copolicarbonato e 80 a 15% em peso de polibutilentereftalato ou policiclohexandimetilentereftalato modificado com glicol, sendo que as frações se somam para 100% em peso. De modo especialmente preferido, em uma mistura desse tipo de policarbonato ou copolicarbonato com poli- ou copolibutilentereftalato ou poli- ou copoliciclohexandimetilentereftalato modificado com glicol, pode tratar-se de uma mistura com 35 a 80% em peso de policarbonato ou copolicarbonato e 65 a 205 em peso de poli- ou copolibutilentereftalato ou poli- ou copoli-



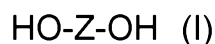
ciclo-hexandimetilentereftalato modificado com glicol, de preferência, com 35 a 80% em peso de polycarbonato e 65 a 20% em peso de polibutilentereftalato ou policiclo-hexandimetilentereftalato modificado com glicol, sendo que as frações se somam para 100% em peso. Em modalidades especialmente preferidas, pode tratar-se de misturas de polycarbonato e policiclo-hexandimetilentereftalato modificado com glicol nas composições citadas acima.

[0036] Como polycarbonatos ou copolycarbonatos são apropriados em modalidades preferidas, particularmente, polycarbonatos ou copolycarbonatos aromáticos.

[0037] Os polycarbonatos ou copolycarbonatos podem, de modo conhecido, ser lineares ou ramificados.

[0038] A preparação desses polycarbonatos pode dar-se de modo conhecido de difenóis, derivados de ácido carbônico, opcionalmente, interruptores de cadeia e, opcionalmente, agentes de ramificação. Detalhes da preparação de polycarbonatos estão registrados em muitos documentos de patente, há aproximadamente 40 anos. Exemplificadamente, faz-se referência, aqui, apenas a Schnell, "Chemistry and Physics of Polycarbonates", Polymer Reviews, volume 9, Interscience Publishers, Nova Iorque, Londres, Sidney 1964, a D. Freitag, U. Grigo, P. R. Müller, H. Nouvertne, BAYER AG, "Polycarbonates" em Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, volume 11, segunda edição, 1988, páginas 648-718, e, finalmente, a Drs. U. Grigo, K. Kirchner e P. R. Müller "Polycarbonate" em Becker/Braun, Kunststoff-Handbuch, volume 3/1, Polycarbonate, Polyacetale, Polyester, Celluloseester, Carl Hanser Verlag Munique, Viena 1992, páginas 117-299.

[0039] Difenóis apropriados podem ser, por exemplo, compostos de di-hidroxiarila da fórmula geral (I)



sendo que Z é um radical aromático com 6 a 34 átomos de C, que po-

de conter um ou mais núcleos aromáticos, opcionalmente substituídos, e radicais alifáticos ou cicloalifáticos ou alquilarilas ou heteroátomos como membros de ponte.

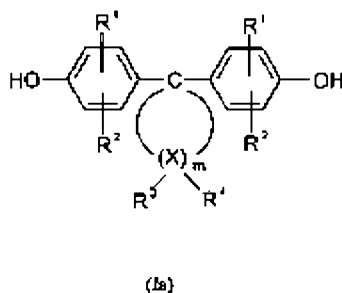
[0040] Exemplos de compostos de di-hidroxiarila apropriados são di-hidroxibenzenos, di-hidroxidifenis, bis-(hidroxifenil)-alcanos, bis-(hidroxifenil)-cicloalcanos, bis-(hidroxifenil)-arilas, bis-(hidroxifenil)-éteres, bis-(hidroxifenil)-cetonas, bis-(hidroxifenil)-sulfetos, bis-(hidroxifenil)-sulfonas, bis-(hidroxifenil)-sulfóxidos, 1,1'-bis-(hidroxifenil)-di-isopropilbenzenos, bem como os compostos alquilados no núcleo e halogenados no núcleo dos mesmos.

[0041] Esses e outros compostos de di-hidroxiarila estão descritos, por exemplo, nos documentos DE-A 3 832 396, FR-A 1 561 518, em H. Schnell, Chemistry and Physics of Polycarbonates, Interscience Publishers, New York 1964, p. 28 ss., p. 102 ss., e em D. G. Legrand, J. T. Bendler, Handbook of Polycarbonate Science and Technology, Marcel Dekker New York 2000, p. 72 ss.

[0042] Compostos de di-hidroxiarila preferidos são, por exemplo, resorcina, 4,4'-di-hidroxidifenila, bis-(4-hidroxifenil)-metano, bis-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-metano, bis-(4-hidroxifenil)-difetil-metano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-1-fenil-etano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-1-(1-naftil)-etano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-1-(2-naftil)-etano, 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-propano, 2,2-bis-(3-metil-4-hidroxifenil)-propano, 2,2-bis-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-propano, 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-1-fenil-propano, 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-hexafluor-propano, 2,4-bis-(4-hidroxifenil)-2-metil-butano, 2,4-bis-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-2-metilbutano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-ciclo-hexano, 1,1-bis-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-ciclo-hexano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-4-metil-ciclo-hexano, 1,3-bis-[2-(4-hidroxifenil)-2-propil]-benzeno, 1,1'-bis-(4-hidroxifenil)-3-di-isopropil-benzeno, 1,1'-bis-(4-hidroxifenil)-4-di-isopropil-benzeno, 1,3-bis-[2-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-2-propil]-benzeno, bis-(4-hidroxifenil) éter, bis-(4-

hidroxifenil) sulfeto, bis-(4-hidroxifenil) sulfona, bis-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil) sulfona e 2,2',3,3'-tetrahidro-3,3',3'-tetrametil-1,1'-espiro-bi-[1H-indeno]-5,5'-diol ou

[0043] di-hidroxidifenilcicloalcanos da fórmula (Ia)



na qual

[0044]  $R^1$  e  $R^2$  independentemente um do outro, significam hidrogênio, halogênio, de preferência, cloro ou bromo,  $C_1$ - $C_8$ -alquila,  $C_5$ - $C_6$ -cicloalquila,  $C_6$ - $C_{10}$ -arila, de preferência, fenila, e  $C_7$ - $C_{12}$ -aralquila, de preferência, fenil- $C_1$ - $C_4$ -alquila, particularmente benzila,

[0045] m significa um número inteiro de 4 a 7, de preferência, 4 ou 5,

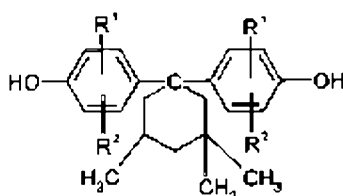
[0046]  $R^3$  e  $R^4$  podem ser escolhidos individualmente para cada X e, independentemente um do outro, significam hidrogênio ou  $C_1$ - $C_6$ -alquila e

[0047] X significa carbono,

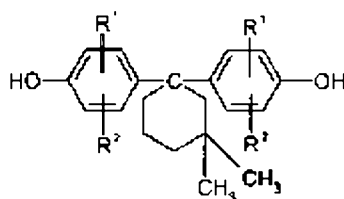
[0048] com a condição de que em pelo menos um átomo, X,  $R^3$  e  $R^4$  signifiquem, simultaneamente, alquila. De preferência, na fórmula (Ia)  $R^3$  e  $R^4$  são simultaneamente alquila, em um ou dois átomos X, particularmente, apenas em um átomo de X.

[0049] O radical preferido para os radicais  $R^3$  e  $R^4$  na fórmula (Ia) é metila. Os átomos de X na posição alfa ao átomo de C, substituído com difenila (C-1), estão, de preferência, não substituídos com dialquila, por outro lado, a dissustituição de alquila é preferida na posição beta a C-1.

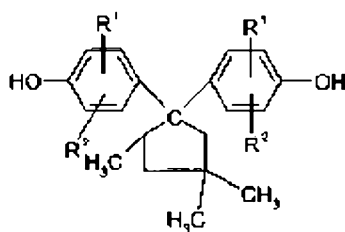
[0050] Di-hidroxidifenilcicloalcanos da fórmula (Ia) particularmente preferidos são aqueles com 5 e 6 átomos de C anelares de X no radical cicloalifático (  $m = 4$  ou  $5$  na fórmula (Ia)), por exemplo os difenóis das fórmulas (Ib) a (Id)



(Ia-1)



(Ia-2)



(Ia-3)

[0051] Um di-hidroxidifenilcicloalcano especialmente preferido da fórmula (Ia) é 1,1-bis-(4-hidrofênil)-3,3,5-trimetil-ciclo-hexano fórmula (I-1), com  $R^1$  e  $R^2$  igual a H).

[0052] Esses policarbonatos podem ser preparados de acordo com o documento EP-A 359 953 de di-hidroxidifenilcicloalcanos da fórmula (Ia).

[0053] Compostos de di-hidroxiarila particularmente preferidos são resorcina, 4,4'-di-hidroxidifenila, bis-(4-hidroxifenil)-difênil-metano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-1-fênil-etano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-1-(1-naftil)-

etano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-1-(2-naftil)-etano, 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-propano, 2,2-bis-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-propano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-ciclo-hexano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-3,3,5-trimetil-ciclo-hexano, 1,1'-bis-(4-hidroxifenil)-3-di-isopropil-benzeno e 1,1'-bis-(4-hidroxifenil)-4-di-isopropil-benzeno.

[0054] Compostos de di-hidroxiarila especialmente preferidos são 4,4'-di-hidroxidifeenila, 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-propano e 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-3,3,5-trimetil-ciclo-hexano.

[0055] Podem ser usados tanto um composto de di-hidroxiarila, sob formação de homopolicarbonatos, como também diversos compostos de di-hidroxiarila, sob formação de copolicarbonatos.

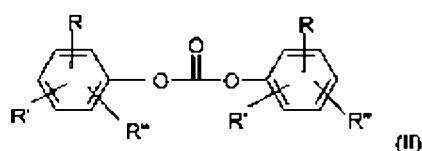
[0056] Podem ser usados tanto um composto de di-hidroxiarila da fórmula (I) ou (Ia), sob formação de homopolicarbonatos, como também diversos compostos de di-hidroxiarila da fórmula (I) ou (Ia), sob formação de copolicarbonatos. Nesse caso, os diversos compostos de di-hidroxiarila podem ser ligados uns aos outros tanto aleatoriamente como também em blocos. No caso de copolicarbonatos de compostos de dihidroxiarila da fórmula (Ia) e (Ia), a relação molar de compostos de di-hidroxiarila da fórmula (I) para os outros compostos de dihidroxiarila da fórmula (Ia), a ser opcionalmente usados em conjunto, perfaz, de preferência, entre 99 % em mol de (Ia) para 1 % em mol de (I) e 2 % em mol de (Ia) para 98 % em mol de (I), de preferência, entre 99 % em mol de (Ia) para 1 % em mol de (I) e 10 % em mol de (Ia) para 90 % em mol de (I) e, particularmente, entre 99 % em mol de (Ia) para 1 % em mol de (I) e 30 % em mol de (Ia) para 70 % em mol de (I).

[0057] Um copolicarbonato especialmente preferido pode ser preparado sob uso de 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-3,3,5-trimetilciclo-hexano e 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-propano como compostos de di-hidroxiarila da fórmula (Ia) e (I).

[0058] Poli- ou copolicarbonatos, preparados sob uso de compos-

tos de di-hidroxiarila da fórmula (Ia), normalmente apresentam uma temperatura de transição de vidro mais alta  $T_g$  e uma temperatura de amolecimento de Vicat B/50 mais alta do que polipolicarbonato na base de 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-propano de um composto de di-hidroxiarila.

[0059] Derivados de ácido carbônico apropriados podem ser, por exemplo, diarilcarbonatos da fórmula geral (II)



na qual

[0060] R, R' e R'', independentemente um do outro, são idênticos ou diferentes e representam hidrogênio, C<sub>1</sub>-C<sub>34</sub>-alquila, C<sub>7</sub>-C<sub>34</sub>-alquilarila ou C<sub>6</sub>-C<sub>34</sub>-arila linear ou ramificado, R também pode significar, ainda, -COO-R''', onde R''' representa hidrogênio, C<sub>1</sub>-C<sub>34</sub>-alquila, C<sub>7</sub>-C<sub>34</sub>-alquilarila ou C<sub>6</sub>-C<sub>34</sub>-arila linear ou ramificado.

[0061] Carbonatos de diarila preferidos são, por exemplo, difenilcarbonato, metilfenil-fenilcarbonatos e di-(metilfenil)-carbonatos, 4-etilfenil-fenilcarbonato, di-(4-etilfenil)carbonato, 4-n-propilfenil-fenilcarbonato, di-(4-n-propilfenil)carbonato, 4-iso-propilfenil-fenilcarbonato, di-(4-iso-propilfenil)-carbonato, 4-n-butilfenil-fenilcarbonato, di-(4-n-butilfenil)-carbonato, 4-iso-butilfenil-fenilcarbonato, di-(4-iso-butilfenil)-carbonato, 4-terc-butilfenil-fenilcarbonato, di-(4-terc-butilfenil)-carbonato, 4-n-pentilfenil-fenilcarbonato, di-(4-n-pentilfenil)-carbonato, 4-n-hexilfenil-fenilcarbonato, di-(4-n-hexilfenil)-carbonato, 4-iso-octilfenil-fenilcarbonato, di-(4-iso-octilfenil)-carbonato, 4-n-nonilfenil fenilcarbonato, di-(4-n-nonilfenil) carbonato, 4-ciclo-hexilfenil fenilcarbonato, di-(4-ciclo-hexilfenil) carbonato, 4-(1-metil-1-feniletil)-fenil fenilcarbonato, di-[4-(1-metil-1-feniletil)-fenil] carbonato, bifenil-4-il fenilcarbonato,

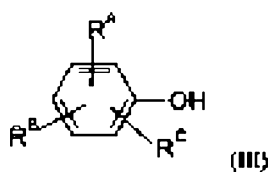
di(bifenil-4-il) carbonato, 4-(1-naftil)-fenil-fenilcarbonato, 4-(2-naftil)-fenil-fenilcarbonato, di-[4-(1-naftil)-fenil]-carbonato, di-[4-(2-naftil)-fenil]-carbonato, 4-fenoxifenil-fenilcarbonato, di-(4-fenoxifenil)-carbonato, 3-pentadecilfenil-fenilcarbonato, di-(3-pentadecilfenil)-carbonato, 4-tritilfenil-fenilcarbonato, di-(4-tritilfenil)-carbonato, metil-salicilato fenilcarbonato, di-(metil-salicilato)-carbonato, etil-salicilato fenilcarbonato, di-(etil-salicilato) carbonato, n-propil-salicilato fenilcarbonato, di-(n-propil-salicilato)-carbonato, iso-propil-salicilato-fenilcarbonato, di-(iso-propil-salicilato)-carbonato, n-butil-salicilato-fenilcarbonato, di-(n-butil-salicilato)-carbonato, iso-butil-salicilato fenilcarbonato, di-(iso-butil-salicilato)-carbonato, terc-butil-salicilato fenilcarbonato, di-(terc-butil-salicilato)-carbonato, di-(fenil-salicilato)-carbonato e di-(benzila-salicilato)-carbonato.

[0062] Compostos de diarila particularmente preferidos são difenilcarbonato, 4-terc-butilfenil-fenilcarbonato, di-(4-terc-butilfenil)-carbonato, difenil-4-il-fenilcarbonato, di-(bifenil-4-il)-carbonato, 4-(1-metil-1-feniletil)-fenil-fenilcarbonato, di-[4-(1-metil-1-feniletil)-fenil]-carbonato e di-(metilsalicilato)-carbonato.

[0063] É especialmente preferido difenilcarbonato.

[0064] Podem ser usados tanto um diarilcarbonato como também diversos diarilcarbonatos.

[0065] Para controle ou modificação dos grupos terminais, podem ser usados, adicionalmente, um ou mais compostos de monohidroxiarila como interruptores de cadeia, que não foram usados para preparação do ou dos diarilcarbonatos usados. Nesse caso, pode tatar-se daqueles da fórmula geral (III)



sendo que

[0066]  $R^A$  representa  $C_1$ - $C_{34}$ -alquila,  $C_7$ - $C_{34}$ -alquilarila,  $C_6$ - $C_{34}$ -arila ou  $-COO-R^D$  linear ou ramificado, sendo que  $R^D$  representa hidrogênio,  $C_1$ - $C_{34}$ -alquila,  $C_7$ - $C_{34}$ -alquilarila ou  $C_6$ - $C_{34}$ -arila linear ou ramificado, e

[0067]  $R^B$ ,  $R^C$  independentemente um do outro, são idênticos ou diferentes e representam hidrogênio,  $C_1$ - $C_{34}$ -alquil,  $C_7$ - $C_{34}$ -alquilaril ou  $C_6$ - $C_{34}$ -aril linear ou ramificado.

[0068] Esses compostos de mono-hidroxiarila são, por exemplo, 1-, 2- ou 3-metilfenol, 2,4-dimetilfenol, 4-etilfenol, 4-n-propilfenol, 4-isopropilfenol, 4-n-butilfenol, 4-isobutilfenol, 4-terc-butilfenol, 4-n-pentilfenol, 4-n-hexilfenol, 4-iso-octilfenol, 4-n-nonilfenol, 3-pentadecilfenol, 4-ciclo-hexilfenol, 4-(1-metil-1-feniletil)-fenol, 4-fenilfenol, 4-fenoxifenol, 4-(1-naftil)-fenol, 4-(2-naftil)-fenol, 4-tritilfenol, salicilato de metila, salicilato de etila, salicilato de n-propila, salicilato de iso-propila, salicilato de n-butila, salicilato de iso-butila, salicilato de terc-butila, salicilato de fenila e salicilato de benzila.

[0069] 4-terc-Butilfenol, 4-iso-octilfenol e 3-pentadecilfenol preferidos.

[0070] Agentes de ramificação apropriados podem ser compostos com três ou mais grupos funcionais, de preferência, com três ou mais grupos hidroxila.

[0071] Compostos apropriados com três ou mais grupos hidroxila fenólicos são, por exemplo, floroglucina, 4,6-dimetil-2,4,6-tri-(4-hidroxifenil)-hept-2-eno, 4,6-dimetil-2,4,6-tri-(4-hidroxifenil)-heptano, 1,3,5-tri-(4-hidroxifenil)-benzeno, 1,1,1-tri-(4-hidroxifenil)-etano, tri-(4-hidroxifenil)-fenilmetano, 2,2-bis-(4,4-bis-(4-hidroxifenil)-ciclo-hexil]-propano, 2,4-bis-(4-hidroxifenil-isopropil)-fenol e tetra-(4-hidroxifenil)-metano.

[0072] Outros compostos apropriados com três ou mais grupos



funcionais são, por exemplo, ácido 2,4-di-hidroxibenzóico, ácido trimesínico (tricloreto), tricloreto e ácido cianúrico e 3,3-bis-(3-metil-4-hidroxifenil)-2-oxo-2,3-di-hidroindol.

[0073] Agentes de ramificação preferidos são 3,3-bis-(3-metil-4-hidroxifenil)-2-oxo-2,3-di-hidroindol e 1,1,1-tri-(4-hidroxifenil)-etano.

[0074] Tanto (met)acrilato de polimetila (PMMA) e PMMA modificado para impacto (im-PMMA) como misturas de PMMA ou de im-PMMA podem ser usados como (met)acrilato de polimetila. Eles podem ser obtidos sob o nome comercial de Plexiglas de Röhm GmbH. (met)acrilato de polimetil é entendido como significando tanto polímeros do ácido metacrílico e seus derivados, por exemplo, seus ésteres, como polímeros de ácido acrílico e seus derivados, e misturas dos dois componentes acima.

[0075] São preferidas matérias sintéticas de (met)acrilato de polimetila com um teor de monômero de metacrilato de metila de pelo menos 80 % em peso, de preferência, pelo menos 90 % em peso e, opcionalmente, 0 % em peso a 20 % em peso, de preferência, 0 % em peso a 10 % em peso de outros monômeros vinilicamente copolimerizáveis, tais como, por exemplo, C1- a C8-alquil ésteres de ácido acrílico ou de ácido metacrílico, por exemplo, ácido metacrílico, por exemplo acrilato de metila, acrilato de etila, acrilato de butila, metacrilato de butila, metacrilato de hexila e metacrilato de ciclo-hexila, ainda estireno e derivados de estireno, tais como, por exemplo, [alfa]-metilestireno or p-metilestireno, são preferidos. Outros monômeros podem ser ácido acrílico, ácido metacrílico, anidrido maléico, ésteres de hidróxi de ácido acrílico ou ésteres de hidróxi de ácido metacrílico.

[0076] as matérias sintéticas termoplásticas podem conter, além disso, materiais de enchimento, opcionalmente, de preferência, em uma quantidade de até 30% em peso. Esses materiais de enchimento são conhecidos do técnico. Por exemplo, podem ser usados materiais

de enchimento inorgânicos, tais como, por exemplo, pigmentos inorgânicos.

[0077] Nos pigmentos inorgânicos apropriados estão incluídos, por exemplo, óxidos, tais como dióxido de silício, dióxido de titânio, dióxido de zircônio, óxido de ferro, óxido de zinco e óxido de cromo(III), sulfetos, tais como sulfetos de zinco e sulfetos de cádmio, e sais, tais como sulfato de bário, seleneto de cádmio, ultramarino e titanato de cromo de níquel. Também são apropriados como pigmentos no presente contexto carbonatos, tais como carbonato de cálcio e carbonato de bário e negro-de-carvão. Um pigmento particularmente preferido é sulfato de bário. Esses pigmentos são incorporados na composição da invenção em uma quantidade de 0,1 a 30% em peso, de preferência, 2 a 15% em peso, com relação ao peso da composição.

[0078] As matérias sintéticas termoplásticas podem conter, além disso, pigmentos de dispersão como materiais de enchimento, que são bem-conhecidos do técnico e estão descritos, por exemplo, no documento WO-A 2007/045380.

[0079] Esses materiais de enchimento podem ser usados, de preferência, tamanhos de partículas médios de 0,01  $\mu\text{m}$  a 50  $\mu\text{m}$ .

[0080] No caso das partes de filme a ser deformadas, de pelo menos uma matéria sintética termoplástica, também pode tratar-se de um filme de coextrusão de pelo menos duas matérias sintéticas termoplásticas diferentes. De preferência, trata-se, nesse caso, de um filme de coextrusão de pelo menos duas camadas, com uma estrutura de camadas, que compreende

(1) pelo menos uma camada superior de uma matéria sintética termoplástica, com uma temperatura de amolecimento de vicat B/50 ( $T_{\text{vicat1}}$ ), e

(2) pelo menos uma camada situada abaixo, de uma matéria sintética termoplástica com uma temperatura de amolecimento de

vicat B/50 ( $T_{\text{vicat}2}$ ), que é mais alta do que a temperatura de amolecimento de vicat B/50 ( $T_{\text{vicat}1}$ ).

[0081] De modo particularmente preferido, no caso do filme de coextrusão de camadas múltiplas trata-se de um filme de coextrusão de três camadas, de preferência, de três camadas, com uma estrutura de camada, que compreende

(1) pelo menos uma camada superior e uma inferior de uma matéria sintética termoplástica, com uma temperatura de amolecimento de vicat B/50 ( $T_{\text{vicat}1}$ ) e

(2) pelo menos uma camada, de preferência, situada intermediariamente, de uma matéria sintética termoplástica com uma temperatura de amolecimento de vicat B/50 ( $T_{\text{vicat}2}$ ), que é mais alta do que a temperatura de amolecimento de vicat B/50 ( $T_{\text{vicat}1}$ ).

[0082] No processo de acordo com a invenção, vantajosamente, o lado da seção de filme do filme de coextrusão da matéria sintética termoplástica, com a temperatura de amolecimento de vicat B/50 ( $T_{\text{vicat}1}$ ), é aquecida à temperatura de superfície de filme indicada. De preferência, a temperatura, à qual esse lado da seção de filme é aquecido, situa-se entre  $T_{\text{vicat}1}$  e  $T_{\text{vicat}2}$ .

[0083] Em vez dos filmes de coextrusão apresentados acima, nos filmes utilizados também pode tratar-se de filmes compostos de laminado, doravante também chamados, abreviadamente, como filmes de laminado, nos quais pelo menos duas camadas de pelo menos duas matérias sintéticas termoplásticas diferentes com  $T_{\text{vicat}1}$  e  $T_{\text{vicat}2}$  são laminadas uma sobre a outra.

[0084] Em modalidades particularmente preferidas, no caso da matéria sintética termoplástica, com  $T_{\text{vicat}1}$ , trata-se de um poli- ou copoliacrilato ou poli- ou copolimetacrilato, tal como, por exemplo, polimetilmetacrilato ou poli(met)acrilato, ou de uma mistura de pelo menos um policarbonato ou copolicarbonato com pelo menos um poli- ou co-

policondensado do ácido tereftálico. Para esse fim, são de interesse os poli- ou copoliacrilatos ou poli- ou copolimetacrilatos já citados acima, tal como polimetilmetacrilato ou poli(met)acrilato, ou misturas de pelo menos um policarbonato ou copolicarbonato com pelo menos um poli- ou copolicondensado do ácido tereftálico. Misturas particularmente preferidas à matéria sintética com  $T_{\text{vict2}}$  são misturas de policarbonato ou copolicarbonato com poli- ou copolibutilentereftalato nas composições já citadas acima.

[0085] O uso desses filmes de coextrusão ou filmes de laminado no processo de acordo com a invenção oferece a vantagem adicional que, mesmo a um aquecimento mais longo à temperatura correspondente, acima da temperatura de amolecimento de vicat da camada superior, devido à camada inferior ou central, com temperatura de amolecimento de vicat mais alta, o filme inteiro não fica plástico, e o risco do afundamento visível, sob o peso próprio do filme, pode ser mais bem evitado ou reduzido. Particularmente no uso dos filmes de coextrusão de três camadas ou filmes de laminado, o núcleo desse filme de coextrusão ou filme de laminado, no sentido a camada intermediária de uma matéria sintética termoplástica com uma temperatura de amolecimento de vicat B/50 ( $T_{\text{vicat2}}$ ), na realização do processo de acordo com a invenção, permanece, vantajosamente, a temperaturas abaixo da temperatura de amolecimento de vicat B/50 ( $T_{\text{vicat2}}$ ).

[0086] Em modalidades especialmente preferidas do processo de acordo com a invenção, trata-se de um processo à produção de uma peça de filme embutida em profundidade, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo, com pelo menos os seguintes passos de processo:

- é posta à disposição uma parte de filme plana, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo em uma ou nas duas superfícies, de policarbonato (PC), de preferên-

cia, de polycarbonato baseado em 2,2-bis-4-(hidroxifenil)-propano (bis-fenol A) como composto de di-hidroxiarila, que compreende pelo menos uma seção de filme, que no que se refere a tamanho e impressão, metalização e/ou revestimento corresponde a peça de embutição profunda a ser produzida,

- essa parte de filme é montada em disposição definida em um quadro, sendo que apenas as seções dos lados de borda da parte de filme apóiam-se sobre o quadro;

- a parte de filme apoiada desse modo sobre o quadro é introduzida em uma zona de aquecimento e, ali, pelo menos a seção de filme é aquecida para uma temperatura especificada; e

- a parte de filme aquecida desse modo é subsequentemente introduzida rapidamente em uma zona de deformação e, ali, imediatamente e diretamente solicitada com um meio de pressão fluido com mais de 2 Mpa (2 MPa (20 bar)) e dentro de um período menor que 5s é deformada isostaticamente à peça de embutição profunda desejada, caracterizado pelo fato de que esse aquecimento é realizado para que pelo menos um lado de toda a seção de filme ou a parte predominante da seção de filme apresente uma temperatura de superfície de filme no âmbito de 20 a 65%, de preferência, 30 a 60°C acima, de modo particularmente preferido, 35 a 60 .C acima da temperatura de amolecimento de vicat B/50, modo especialmente preferido, de 180°C a 200°C.

[0087] No contexto da presente invenção é suficiente quando apenas um lado de toda a seção de filme ou da parte predominante da seção de filme é aquecido à temperatura de superfície de filme no âmbito citado. O outro lado, oposto, de toda a seção de filme ou da parte predominante da seção de filme pode permanecer a uma temperatura de superfície de filme mais baixa, por exemplo, a uma temperatura de superfície de filme mais baixa, de até aproximadamente 10°C.

[0088] De preferência, no processo de acordo com a invenção é realizado esse aquecimento para que os dois lados de toda a seção de filme ou a parte predominante da seção de filme apresentem uma temperatura de superfície de filme no âmbito de 10 a 65°C acima da temperatura de amolecimento de vicat B/50.

[0089] Quando esse aquecimento é realizado com ajuda de um aquecimento de superfície, por exemplo, com ajuda de ar quente ou com ajuda de aquecedores de irradiação, então a região de núcleo da parte de filme, mesmo ao atingir a temperatura de superfície de filme no âmbito citado, ainda vai apresentar uma temperatura na região de núcleo mais baixa do que essa temperatura de superfície de filme; de preferência, essa temperatura da região de núcleo pode ser aproximadamente 30°C, de preferência, até 20°C mais baixa do que essa temperatura de superfície de filme.

[0090] A região de núcleo compreende, de preferência, aproximadamente 60 a 80% da seção transversal do filme ou, no caso dos filmes de coextrusão de três camadas, de preferência, a região da camada central.

[0091] As explicações acima sobre a temperatura de superfície de filme também valem às indicações subsequentes sobre a temperatura de superfície de filme na descrição abaixo e nas reivindicações.

[0092] Se for aquecido apenas para uma temperatura de superfície de filme abaixo do âmbito citado, nas modalidades especialmente preferidas do processo de acordo com a invenção, sob uso de policarbonato, para menos de 180°C, podem ocorrer na peça de filme embutida em profundidade sempre ainda forças de restauração e tensões, que prejudicam a estabilidade das dimensões de uma peça de filme de uma camada. Se, por outro lado, toda a seção de filme for aquecida para uma temperatura de superfície de filme nitidamente acima do âmbito citado, nas modalidades especialmente preferidas do processo

de acordo com a invenção, sob uso de policarbonato, acima de 200°C, então já podem ocorrer processos de fluência locais, que põem em risco a precisão de reprodução.

[0093] De preferência, toda a seção de filme ou a parte predominante da seção de filme, nas modalidades especialmente preferidas do processo de acordo com a invenção, sob uso de policarbonato, é aquecida para uma temperatura de superfície de filme no âmbito de 185°C até 195°C. É particularmente preferida, nesse caso, uma temperatura de superfície de filme de aproximadamente 190°C. Uma temperatura de superfície de filme de aproximadamente 190°C é suficiente para os filmes de PC acessíveis comercialmente, de preferência, aquelas baseadas em bisfenol A, e fornece bons resultados.

[0094] No caso de outras modalidades especialmente preferidas do processo de acordo com a invenção, sob uso de uma parte de filme de polimetilmetacrilato ou poli(met)acrilato (PMMA), está prevista uma temperatura de superfície de filme no âmbito de 20 a 65°C, de preferência, de 25 a 50°C, acima da temperatura de amolecimento de vicat B/50, de modo particularmente preferido, de 130 a 150°C. Se a parte de filme de PMMA for aquecida, nesse caso, apenas para uma temperatura de superfície de filme menor que 130°C, então podem apresentar-se na peça de filme embutida em profundidade sempre ainda forças de restauração e tensões, que prejudicam a estabilidade de dimensões de uma peça de filme de uma camada de PMMA. Se, por outro lado, toda a seção de filme for aquecida para uma temperatura de superfície de filme nitidamente acima de 150°C, então já podem ocorrer processos de fluência locais, que põem em risco a precisão de reprodução. De preferência, a seção de filme de material de PMMA é aquecida para uma temperatura de superfície de filme no âmbito de 135°C a 145°C. É particularmente preferida, nesse caso, uma temperatura de superfície de filme de aproximadamente 140°C. Uma tempe-

ratura de superfície de filme de aproximadamente é suficiente para os filmes de PMMA usuais, típicos, e fornece bons resultados.

[0095] Configurações e aprimoramentos vantajosos do processo de acordo com a invenção evidenciam-se das reivindicações secundárias e/ou estão descritos acima e a seguir.

[0096] O inventor do presente pedido realizou amplos exames e testes, para solucionar a tarefa citada acima. Nesse caso mostrou-se: as forças de restauração, que se apresentam nas peças de filme termoconformadas, de acordo com o processo de HPF conhecido, baseia-se em tensões internas, que são geradas na produção do filme, por extrusão e na calandragem subsequente, e que não podem ser reduzidas nem compensadas suficientemente na deformação de alta pressão, que se dá abaixo da temperatura de amolecimento. O inventor aqueceu um filme de PC plano, não impresso, com espessura de 300  $\mu\text{m}$ , retida em uma quadro (Makrofol® de Makrolon® de BAYER MATERIALSCIENCE AG) gradualmente acima da temperatura de amolecimento de vicat B/50 de 145°C. A medição da temperatura do filme deu-se por meio da temperatura de superfície de filme, com ajuda de uma câmera de imagens térmica. Ocorre um aumento de superfície, em cada caso, na direção de movimento e em direção transversal; de acordo com o coeficiente de expansão longitudinal térmica, linear (aproximadamente  $70 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ). A uma temperatura de superfície de filme de aproximadamente 170°C, o filme previamente plano fica visivelmente ondulado, presumivelmente porque tensões mecânicas, previamente congeladas, originadas do processo de produção, são liberadas agora e deformam o filme. No aquecimento adicional, essa ondulação desaparece. Ao ser atingida uma temperatura de superfície de filme de aproximadamente 190°C, o filme está suspenso de modo plano e, obviamente, livre de tensão, no quadro. O filme inteiro ainda não está fluentemente plástico e não afunda visivelmente no



centro não apoiado pelo quadro. Esse estado permanece inalterado por pelo menos aproximadamente 4 a 5s. Mas, se o filme é mantido a essa temperatura de superfície de filme de aproximadamente 190°C, por mais de aproximadamente 10s, então o filme começa a afundar visivelmente, sob seu próprio peso, no centro não apoiado pelo quadro. Obviamente, agora também a região de núcleo também é aquecida para essa temperatura e começa a ficar plástica. Quando no rápido aquecimento, com ajuda de aquecedores de irradiação, é alcançada uma temperatura de superfície de filme de aproximadamente 220°C, então o filme começa a afundar visivelmente no centro não apoiado pelo quadro. Obviamente, foi atingida a região de transição de fluência, e a resistência à ruptura diminuiu até o ponto em que a estrutura e configuração do filme original não são mais mantidas. À temperatura na região de transição de fluência, a resistência mecânica, determinada, por exemplo, no módulo de cisalhamento G do material de filme, diminui rapidamente, e a deformação de pressão máxima ou a High Pressure Forming ou processo de HPF não é mais possível, devido à falta de resistência suficiente do material de filme.

[0097] De tudo isso segue-se: O High Pressure Forming ou processo de HPF conhecido obviamente pode ser realizado a uma temperatura de filme substancialmente mais alta, do que se presumia até agora, a saber, a uma temperatura de superfície de filme nitidamente mais alta do que a temperatura de amolecimento de vicat B/50 do respectivo material de filme. Nesse caso, parece conveniente manter o tempo de permanência do filme à temperatura de superfície de filme prevista de acordo com a invenção a mais curta possível, portanto, levar a parte de filme, depois de atingida pela primeira vez a temperatura de superfície de filme prevista de acordo com a invenção, dentro de um período menor que 10s, de preferência, menor que 5s, de modo particularmente preferido, menor que 2s, à zona de deformação e ali

realizar imediatamente uma deformação súbita. Com isso, no aquecimento em uma zona de aquecimento equipada com aquecedores de irradiação, é impedido um aquecimento da seção de filme além da temperatura de superfície de filme, e a região de núcleo do filme permanece a uma temperatura de região de núcleo abaixo dessa temperatura de superfície de filme prevista de acordo com a invenção. Isso aperfeiçoa a precisão de reprodução de qualquer configuração gráfica, funcional e/ou decorativa sobre a superfície do filme na deformação subsequente.

[0098] Na base desses resultados, foi desenvolvido o processo de acordo com a invenção. Em modalidades especialmente preferidas do processo de acordo com a invenção, filmes de PC, acessíveis comercialmente, tais como, por exemplo, diversas variantes de Makrofol®, de preferência, aquelas baseadas em 2,2-bis-(4-hidrofenil)-propano (bisfenol A) como composto de di-hidroxiarila, de preferência, são aquecidos para uma temperatura de superfície de filme no âmbito de 20 a 65°C, de preferência, 30 a 60°C acima, de modo particularmente preferido, 35 a 60°C acima da temperatura de amolecimento de vicat B/50, modo especialmente preferido, de 180°C até 200°C, sendo que segmentos de parte de filme individuais também ainda podem ser aquecidos para uma temperatura mais alta, que excede essa temperatura de superfície de filme em pelo menos 3°C e em não superior a 10°C, e conformados com essa temperatura de filme, sob as condições do processo de HPF.

[0099] Nesse caso, são obtidas peças de embutição profunda de filme, de dimensões estáveis, que estão livres de quaisquer forças de restauração. Esses produtos podem ser usados em uma camada, de forma não reforçada adicionalmente ou na forma de corpos moldados injetados complementarmente no verso como coberturas de dispositivos de exibição e instrumentos.

[00100] Do mesmo modo, em outras modalidades especialmente preferidas do processo de acordo com a invenção, filmes de PMMA, acessíveis comercialmente, tais como, por exemplo, diversos tipos dos filmes de Plexiglas® e filmes de outras variantes de PMMA são aquecidos para uma temperatura de superfície de filme no âmbito de 20 a 65°C, de preferência, 25 a 50°C acima da temperatura de amolecimento de vicat B/50, de modo especialmente preferido, de 130°C a 150°C, sendo que segmentos da parte de filme individuais também ainda podem ser aquecidos para uma temperatura mais alta, que excede essa temperatura de superfície de filme em pelo menos 3°C e em não superior a 10°C, e conformados com essa temperatura de filme, sob as condições do processo de HPF.

[00101] Nesse caso, são obtidas peças de embutição profunda de filme, de dimensões estáveis, que estão livres de quaisquer forças de restauração. Esses produtos podem ser usados em uma camada, de forma não reforçada adicionalmente, ou na forma de corpos moldados injetados complementarmente no verso como coberturas de dispositivos de exibição e instrumentos.

[00102] A seguir, o processo de acordo com a invenção é explicado mais detalhadamente.

[00103] Como policarbonatos (PC) à produção de peças de embutição profunda de filme são de interesse os filmes de PC conhecidos e acessíveis comercialmente. Nesse caso, trata-se, tipicamente, de poliéster do ácido carbônico com componentes de di-hidróxi, particularmente na base de bisfenol A e derivados do mesmo. São bem apropriados, nesse caso, filmes de Makrofol® selecionados (de Makrolon® de BAYER MATERIALSCIENCE AG). Makrolon® na base de bisfenol A tem uma temperatura de transição de vidro de 145°C, uma temperatura de amolecimento de vicat B/50 (50 N; 50°C/h; de acordo com ISO 306) de aproximadamente 144 a 146°C, e apresenta uma estabilidade

de dimensões térmica sob uma carga de 0,45 MPa (de acordo com ISO 75-1, -2) de aproximadamente 137°C. À aplicação em modalidades especialmente preferidas do processo de acordo com a invenção são particularmente bem apropriados os filmes de Makrofol®, Makrofol® DE, aqui, de preferência, mateados em um lado, e o filme de luz dispersa Makrofol® BL.

[00104] Tipicamente, esses filmes são usados no âmbito de espessura de 100 µm a 2.000 µm, de preferência, no âmbito de espessura de 125 a 750 µm, de modo particularmente preferido, no âmbito de espessura de 125 a 600 µm e, modo especialmente preferido, no âmbito de espessura de 200 a 500 µm.

[00105] Como polimetilmetacrilatos ou poli(met)acrilatos (PMMA) à produção de acordo com a invenção de peças de embutição profunda de filme, em outras modalidades especialmente preferidas do processo de acordo com a invenção, são de interesse os filmes conhecidos e comercialmente acessíveis de PMMA e de variantes de PMMA modificados, particularmente modificados para impacto [poli(met)acrilatos]. São bem apropriados, nesse caso, filmes de Plexiglas® extrusados e laminados (marca comercial da Röhm GmbH & Co., KG, Darmstadt, Alemanha), que são comercializados sob o nome comercial de Plexiglas® XT (XT representa extrusado). Plexiglas® XT tem uma temperatura de transição de vidro de 110°C, uma temperatura de amolecimento de vicat B/50 (de acordo com ISO 306) de 103°C e, sob uma carga de 0,45 MPa, apresenta uma estabilidade de dimensões térmica B (de acordo com ISO 75 HDT/NB)) de 100°C. À aplicação no processo de acordo com a invenção são particularmente bem apropriados filmes de Plexiglas®, filme de Plexiglas® 99524 e filme de Plexiglas® 99526.

[00106] Para filmes de PMMA de PMMA modificados para resistência a impacto são de interesse poli(met)acrilatos, que consiste em 80 a 99,9% em peso de metilmetacrilato e em 0,1 a 20% em peso de outros

comonômeros. Comonômeros apropriados são, por exemplo, ésteres do ácido metacrílico (por exemplo, etilmetacrilato, butilmetacrilato, hexilmetacrilato, ciclo-hexilmetacrilato), ésteres do ácido acrílico (por exemplo, metilacrilato, etilacrilato, butilacrilato, hexilacrilato, ciclo-hexilacrilato) ou estireno e derivados de estireno, tal como, por exemplo, a-metilestireno ou p-metilestireno. Agentes de modificação de resistência a impacto para matérias sintéticas de polimetacrilato são suficientemente conhecidos. Como modificadores de resistência a impacto para os poli(met)acrilatos podem ser usados polímeros de emulsão reticulados, de uma ou mais camadas, que consistem, por exemplo, em polibutilacetato reticulado. Também esses filmes de PMMA modificados para resistência a impacto são acessíveis comercialmente.

[00107] Tipicamente, também esses filmes de PMMA são usados no âmbito de espessura de 100  $\mu\text{m}$  a 2.000  $\mu\text{m}$ , de preferência, no âmbito de espessura de 125 a 600  $\mu\text{m}$ , e de modo particularmente preferido, no âmbito de espessura de 200 a 500  $\mu\text{m}$ .

[00108] Como de acordo com o processo de acordo com a invenção podem ser obtidas peças de embutição profunda de filme de dimensões estáveis, já de filmes de uma camada, são usados, de preferência, filmes de uma camada da espécie citada acima. "De uma camada" se refere, nesse caso, se refere apenas ao filme ou ao corpo de filme e não inclui camadas e revestimentos de outros materiais, aplicados adicionalmente. "De uma camada" compreende, além disso, os filmes de coextrusão de camadas múltiplas, descritos acima, que são produzidos como de uma camada e usados no processo, bem como os filmes de laminado, que também são usados no processo como filme total, no sentido de "uma camada". Um "filme de uma camada" pode, por conseguinte, estar impresso, metalizado e/ou revestido de outro modo, sendo que revestido de outro modo também compreende, por exemplo, a aplicação de pelo menos uma outra camada por meio

de colagem e/ou laminação, sem estar limitado a isso. Pelo menos uma outra camada aplicada por meio de colagem e/ou laminação também pode ser uma de um material não termoplástico. Esses filmes de uma camada foram pelo menos parcialmente impressos, metalizados e/ou revestidos de outro modo, antes de ser realizado o High Pressure Forming de acordo com a invenção, a uma temperatura de superfície de filme elevada. Os filmes também podem ter sido revestidos, por exemplo com uma camada de proteção deformável, tal como, por exemplo, um revestimento resistente a arranhões deformável ou camada de efeito háptico, deformável, tal como, por exemplo, um revestimento de soft-touch deformável (comp. EP-A 1647399), antes de ser realizado o High Pressure Forming de acordo com a invenção, a uma temperatura de superfície de filme elevada.

[00109] A peça de embutição profunda deformada, tridimensional, obténível de acordo com a invenção, está dotada, por exemplo, de uma configuração gráfica, funcional e/ou decorativa, seguindo um layout especificado, que está aplicada, tipicamente, como fundo sobre o lado posterior de um filme transparente, por exemplo, como impressão, metalização e/ou outros revestimentos e é perceptível através da camada de filme. Por esse motivo, são usados, de preferência, materiais de filme transparentes. Também um filme transparente pode estar dotado na superfície oposta à impressão, metalização e/ou revestimento de um mateamento de superfície ou de uma camada de verniz difusor.

[00110] O processo de acordo com a invenção é particularmente bem apropriado para produção de escalas, partes de escala e indicadores estacionários, previstos no painel de instrumentos de um automóvel, dos instrumentos e dispositivos de exibição ali previstos, bem como outros símbolos, imagens de pictogramas que, em caso de necessidade, são iluminados por luz incidente ou são translúcidos, e,

desse modo, fornecem uma indicação opticamente perceptível. A esses instrumentos pertence o indicador de velocidade do veículo, ou o taquímetro, cujos elementos indicadores frequentemente apresentam uma disposição anular, elevada, com traços de escala, aos quais estão associados os números que indicam a velocidade. Um ponteiro deslocável, disposto centralmente, é alinhado por meio da velocidade momentânea do veículo para um determinado traço da escala, para, desse modo, por meio do número associado, indicar a velocidade momentânea do veículo (km/h ou mph). Devido a essa disposição anular, à maneira de um mostrador numérico, também se fala aqui de telas de taquímetro. De maneira similar está formado o elemento indicador para indicação do número de rotações do motor; nesse caso, ocorre, tipicamente, uma indicação em números x 100 por min. Dispositivos indicadores, com estrutura anular elevada, em forma de semicírculo, serve para indicação do nível do tanque e da pressão de óleo na câmara do motor. Em vez das estruturas anulares, elevadas, esses elementos indicadores também podem estar montados em segmentos de superfície anulares, que descem em forma de cone truncado (a ângulos cônicos grandes, de 160° e acima), em relação ao plano principal. Adicionalmente, frequentemente podem estar previstas nervuras metalizadas, elevadas, e outros elementos decorativos. Um exemplo de um produto produzido de acordo com a invenção está previsto para um instrumento de combinação e apresenta no centro uma seção transparente para um dispositivo de exibição de navegação, à direita, uma tela de taquímetro e, à esquerda, o indicador de número de rotações.

[00111] Os traços de escala, números, inscrições, símbolos, imagens, pictogramas e similares, pertencentes a esses elementos indicadores, são aplicados sobre uma superfície do filme inicialmente plano; isso pode dar-se em um processo de serigrafia de estágios múlti-

plos e/ou por aplicação de um revestimento, que é aplicado em diversas etapas sucessivas, em cada caso, em camada líquida. Para essa aplicação alternativa estão disponíveis, por exemplo, impressão de offset, fotogravura, impressão de transferência ou impressão digital. De preferência, essa impressão, que segue um layout especificado, é aplicada por serigrafia. No processo de serigrafia de etapas múltiplas, frequentemente, em primeiro lugar, é inicialmente aplicada uma camada de tinta preta, na qual, em impressão em negativo, são deixados em branco traços de escala, números, inscrições, símbolos, imagens, pictogramas e similares, posteriormente visíveis; em passos de impressão posteriores esses locais em branco recebem um fundo de camadas de tinta de cores diferentes.

[00112] À aplicação dessas camadas de tinta servem, tipicamente, vernizes coloridos, na base de policarbonato e poliesterpoliuretano. Tintas de impressão flexíveis resistentes a temperaturas elevadas, para impressão de filmes de matéria sintética, que resistem expressamente às condições do processo de pressão máxima aqui previsto e, opcionalmente, a um Insert Moulding subsequente, estão descritas, por exemplo, no documento DE 198 32 570 C2. O documento DE 101 51 281 A1 descreve vernizes coloridos, que são particularmente bem apropriados à impressão serigráfica de filmes de PMMA, e resistem às condições da transformação de pressão máxima, bem como, possivelmente, a um Insert Moulding subsequente. Processos de serigrafia líquidos, especialmente apropriados para essas aplicações, são distribuídos comercialmente, por exemplo, pela PRÖLL KG, 91781, Weissenburg, Alemanha.

[00113] Camadas metálicas mais grossas e metalizações também podem ser aplicadas no processo de serigrafia. Camadas metálicas mais finas, com espessuras de camada de 5 nm a 250 nm, particularmente, de 15 nm a 60 nm, que, por um lado, conferem um brilho metá-



lico e, por outro lado, são translúcidas, podem ser aplicadas com ajuda de Physical Vapor Deposition (PVD) ou Chemical Vapor Deposition (CVD) ou com ajuda de uma combinação apropriada desses processos. As seções de camadas metálicas supérfluas não desejáveis à produção de determinadas funções (por exemplo, contato elétrico) ou para determinados padrões de configuração gráficos ou decorativos, podem ser removidos por tratamento com laser. Aos metais apropriados pertencem, nesse caso, por exemplo, alumínio, titânio, cromo, cobre, ouro, prata, molibdênio, índio e irídio, bem como ligas metálicas, tais como, por exemplo, ligas de índio, estanho ou cobre, de preferência, ligas de índio-estanho, de modo particularmente preferido, ligas de índio-estanho-cobre (comp., por exemplo, US-A 2008/0020210).

[00114] Sobre as camadas metálicas pode estar aplicada, ainda, pelo menos uma outra camada de um ou mais compostos eletroluminescentes. Esses compostos eletroluminescentes são conhecidos do técnico (comp., por exemplo, EP-A 1 647 399). Como composto eletroluminescente pode ser usado, por exemplo, sulfeto de zinco, que está dotado de prata ou cobre.

[00115] Além disso, na parte de filme a ser deformada também podem permanecer seções transparentes, nos quais posteriormente fica visível a exibição de quaisquer indicações de cristal líquido. Na outra superfície, que se encontra oposta às camadas de tinta, frequentemente é aplicado um verniz de estrutura incolor, que confere ao produto acabado uma superfície fosca, não refletora. De acordo com a disposição determinada da peça de embutição profunda, prevista à finalidade de uso, a camada de verniz de estrutura se encontra no lado anterior da peça de embutição profunda - dependendo do ângulo de visão do observador - e as camadas de tinta da configuração gráfica encontram-se no lado posterior da peça de embutição profunda.

[00116] Uma modalidade preferida do processo de acordo com a

invenção se refere à produção de telas de taquímetro e/ou telas de medição de números de rotações, que apresentam a configuração gráfica, funcional e, opcionalmente, decorativa, explicada acima. Para produção dessas telas de taquímetro ou telas de medição de números de rotações são postas à disposição partes de filme transparentes e deformadas de acordo com a invenção, que foram impressas, metalizadas e/ou de outro modo revestidas de acordo com um layout especificado para telas de taquímetro ou telas de medição de números de rotações.

[00117] Um filme plano, que em uma superfície está dotado em camadas múltiplas da configuração gráfica, funcional e/ou decorativa explicada acima, e que na outra superfície pode apresentar uma camada de verniz de estrutura incolor, é transformado com ajuda do processo de acordo com a invenção em uma peça de embutição profunda, deformada permanentemente de modo tridimensional e de dimensões estáveis. Nesse caso, os compradores dessas peças de embutição profunda exigem um posicionamento extremamente preciso da configuração gráfica, funcional e/ou decorativa na peça de embutição profunda acabada. Os desvios entre essa configuração no filme originalmente plano e a configuração correspondente na peça de embutição profunda, de preferência, não perfazem mais de  $\pm 0,1$  mm.

[00118] Os filmes citados acima, pelo menos parcialmente impressos, metalizados e/ou de outro modo revestidos são usados no processo de acordo com a invenção na forma de partes de filme individuais, recortadas adequadamente. Para essas partes de filme menores, de preferência, retangulares, podem ser previstas medidas com um comprimento de 160 mm a 450 mm, e com uma largura de 160 mm a 305 mm. Partes de filme com esse tamanho de superfície podem ser processadas de modo particularmente fácil, com ajuda de aparelhos acessíveis comercialmente (por exemplo, HDVF KUNSTSTOFFMAS-

CHINEN GMBH, 82377 Penzberg, Alemanha), às peças de embutição profunda de filme. Partes de filme maiores podem apresentar, tipicamente, um comprimento de até, no máximo, 1.200 mm e uma largura de até, no máximo, 700 mm.

[00119] Dependendo do tamanho da peça de embutição profunda e do dispositivo automático de produção, que estão à disposição, pode ser previsto um modo de trabalho de usos múltiplos. Para telas de taquímetro e coberturas de dispositivos de exibição similares, trabalha-se, de preferência, com tamanhos de filme de um uso, porque, nesse caso, pode ser obtida uma precisão de reprodução mais alta com o modo de trabalho de um uso.

[00120] Para o processamento de acordo com a invenção, a parte de filme plana é montada em disposição definida sobre um suporte semelhante a quadro, um estrado semelhante a quadro ou similar, que, a seguir, é chamado abreviadamente de quadro. É bem apropriado com quadro com uma largura de travessa de 50 mm a 100 mm. As seções do lado da borda da parte de filme apóiam-se, tipicamente, com uma largura de 20 mm a 30 mm sobre essas travessas, que formam o quadro. À disposição definida, estão previstos pinos de posicionamento circulares, que se salientam das travessas e que se inserem em furos alongados, que estão entalhados nas seções de borda da parte de filme. Os furos alongados levam em conta o aumento de área da parte de filme no aquecimento à temperatura de superfície de filme prevista de acordo com a invenção.

[00121] A parte de filme retida sobre esse quadro é introduzida em uma zona de aquecimento e ali aquecida à temperatura de superfície de filme. Para esse aquecimento podem ser revistas as medidas de aquecimento usuais e conhecidas, tal como, por exemplo, aquecimento por convecção, com ajuda de ar quente ou líquido de aquecimento ou banho térmico como fonte de calor ou aquecimento de irradiação,

por exemplo, com irradiação de infravermelho ou aquecedores de irradiação de quartzo. Medidas de aquecimento para o aquecimento sem contato são preferidos no contexto da invenção; aquecimento por irradiação, com ajuda de irradiação de infravermelho, e particularmente preferido. Menos desejável é o aquecimento de alta frequência, porque, nesse caso, também a região de núcleo é aquecida à temperatura de superfície do filme. De preferência, está prevista uma zona de aquecimento, que apresenta dois campos de aquecimento, de área idêntica, alinhados horizontalmente, dispostos à distância um do outro e de modo alinhado um ao outro. A parte de filme retida sobre o quadro é mantida por um determinado tempo no centro entre os dois campos de aquecimento e à mesma distância dos mesmos. Tipicamente, cada campo de aquecimento tem uma área maior do que a disposição de quadro e parte de filme, alinhados um com o outro. Por exemplo, para uma parte de filme com medidas de 450 mm x 250 mm pode ser previsto um campo de aquecimento de 486 mm x 455 mm, para aquecer, com segurança, também as regiões de borda da seção de filme, dentro do quadro, que não estão apoiadas sobre o quadro, à temperatura de superfície de filme prevista.

[00122] Cada campo de aquecimento consiste em diversos aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedores de irradiação de quartzo. Para poder realizar um aquecimento diferencial, opcionalmente previsto – a seguir, ainda explicado em detalhe - de segmentos de parte de filme individuais na seção de filme, são usados, de preferência, aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedores de irradiação de quartzo como menor formato possível. São bem apropriados, nesse caso, por exemplo, aquecedores de irradiação de cerâmica maciça, com medidas de 60 mm x 60 mm, que a uma tomada de potência de 125 W, recebem uma temperatura de superfície de aproximadamente 300°C. Aquecedores

de irradiação de superfície de infravermelho desse tipo são oferecidos e comercializados, por exemplo, por FRIEDRICH FREEK GMBH, 58708 Menden, Alemanha.

[00123] Tipicamente, está prevista uma distância entre uma superfície e aquecedor de irradiação e a outra superfície de aquecedor de irradiação, que está oposta, de aproximadamente 50 mm a 100 mm. Com isso, é obtida a irradiação de calor, que parte das respectivas regiões de borda adjacentes uma à outra do aquecedor de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedor de irradiação de quartzo contíguo. Os efeitos dos limites da irradiação de superfície são minimizados e é obtida uma distribuição de temperatura uniforme da superfície do filme.

[00124] Bem apropriados para o processo de acordo com a invenção e, de preferência, previstos, são campos de aquecimento, que apresentam na direção de avanço do filme uma disposição de 7 fileiras de aquecedores de irradiação de cerâmica maciça dessa espécie, bem como na direção transversal, uma disposição de 6 fileiras de aquecedores de irradiação de cerâmica maciça dessa espécie. Com isso, um único campo de aquecimento pode estar formado por aquecedores de irradiação de cerâmica maciça dessa espécie.

[00125] A temperatura de superfície média do campo de aquecimento é mantida em cerca de 300°C. Com isso, pode dar-se um controle grosso da temperatura de superfície de filme pelo tempo de permanência de uma parte de filme na zona de aquecimento. Tipicamente, a parte de filme a ser aquecida – dependendo da espessura de camada – é mantida por aproximadamente 4s a 12s em uma dessas zonas de aquecimento. Por exemplo, uma parte de filme de PC, com espessura de 300 µm, que apresenta uma temperatura ambiente (aproximadamente 20°C), é aquecida em uma zona de aquecimento do tipo descrito acima dentro de um período de aproximadamente 6s, à

temperatura de superfície de filme, prevista de acordo com a invenção, de aproximadamente 190°C.

[00126] Cada aquecedor de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedor de irradiação de quartzo dessa espécie pode ser ativado individualmente. A ativação dá-se através de tomada de potência elétrica. Uma tomada de potência mais alta gera uma temperatura de superfície mais alta em um determinado aquecedor de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedor de irradiação de quartzo. Com isso, pode dar-se, adicionalmente, através do controle da tomada de potência dos aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedores de irradiação de quartzo individuais, um controle fino da distribuição de temperatura na superfície de segmentos da parte de filme individuais, que, em cada caso, estão associados a um determinado aquecedor de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedor de irradiação de quartzo. O efeito desse controle fino é tanto maior quando mais baixa for a temperatura de superfície média. Por esse motivo, o aquecimento da parte de filme é realizado, de acordo com a invenção, em uma zona de aquecimento, que está limitada por dois campos de aquecimento, alinhados um com o outro, que, em cada caso, apresentam uma temperatura de superfície do campo de aquecimento de aproximadamente 300°C.

[00127] Para obter resultados ótimos, o processo de acordo com a invenção necessita de um controle relativamente preciso e monitoramento da temperatura de superfície de filme na seção de filme. De acordo com uma outra modalidade preferida do processo de acordo com a invenção está prevista, por esse motivo, uma detecção da temperatura de superfície, à qual a seção de filme foi aquecida na zona de aquecimento.

[00128] Essa outra configuração preferida do processo de acordo com a invenção está caracterizada pelo fato de que a parte de filme,

para aquecimento na zona de aquecimento, é mantida por um período à distância de pelo menos um campo de aquecimento, formado por uma pluralidade de aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedores de irradiação de quartzo, que podem ser ativados individualmente; e a parte de filme aquecida desse modo, no caminho da zona de aquecimento à zona de deformação, passa por uma estação de medição de temperatura, na qual, com ajuda de uma câmera de formação de imagem térmica, a distribuição de temperatura em uma superfície de filme é detectada, tornada visível e/ou é representada de outra maneira.

[00129] Além disso, pode ser realizado um aquecimento diferencial, para o que cada aquecedor de irradiação de superfície de infravermelho ou aquecedor de irradiação de quartzo é ativado individualmente de tal modo,

- para que as diferenças de temperatura na seção de filme, visíveis da distribuição de temperatura, sejam minimizadas, e

- para que pelo menos um lado da seção de filme predominante seja aquecida para uma temperatura de superfície de filme no âmbito acima citado para o respectivo material do filme, e

- para que segmentos da parte de filme, opcionalmente selecionados individualmente, sejam aquecidos para uma temperatura mais alta, que excede essa temperatura de superfície de filme em pelo menos 3°C e em não superior a 10°C.

[00130] Com essa configuração do processo de acordo com a invenção são obtidas as vantagens abaixo:

[00131] Aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho de cerâmica desse tipo emitem sua radiação térmica no âmbito de comprimento de onda de 2,5 a 10  $\mu\text{m}$ . O aquecimento do filme depende da capacidade de absorção e das propriedades de reflexão nesse âmbito de comprimento de onda. Particularmente, a impressão, meta-

lização e/ou outro revestimento que se encontra na seção de filme, sob consideração aqui e que determina o uso posterior pretendido, influencia essa capacidade de absorção e essas propriedades de reflexão. Uma seção de revestimento escura a preta intensifica a absorção de calor ali, Uma janela transparente na seção de filme ou uma seção de revestimento clara reduzem a absorção de calor. A absorção de calor é reduzida de modo particularmente intenso por um revestimento metálico, nesse caso, por exemplo, Al, Ti ou Cr. A temperatura de superfície de filme obténível em uma determinada disposição com determinados aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho depende, portanto, também do tipo e do tamanho da impressão, metalização e/ou outro revestimento da seção de filme. Para um controle e monitoramento preciso da temperatura do filme é desejável, por esse motivo, detectar e representar a temperatura na superfície do filme. Isso pode ser obtido com esse modo de trabalho preferido.

[00132] Para uma determinada peça de embutição profunda, por exemplo, uma cobertura de instrumentos, com um taquímetro disposto à direita, um medidor de números de rotações, disposto à esquerda, e um dispositivo de exibição de navegação, disposto no centro, segmentos diferentes da seção de filme precisam ser conformados com força diferente. Tipicamente, deformações geométricas mais fortes necessitam de uma flexibilização mais alta do respectivo segmento de parte de filme, que pode ser obtida com um aquecimento localmente mais alto do ou dos segmento(s) de parte de filme correspondente(s), no presente exemplo, por exemplo, às regiões externas parciais para taquímetro e medidor de números de rotações. Nas regiões centrais, a ser pouco deformadas, por exemplo, para o dispositivo de exibição de navegação, por um aquecimento menor podem ser reduzidas as propriedades de contração e, com isso, a tolerância de todo o mostrador numérico. Também uma moldagem de contornos de arestas vivas e/ou



a reprodução precisamente ajustada de gravações e estampagens, que podem estar dotadas de pequenas aberturas, pode ser tornada possível uma flexibilização mais forte de um determinado segmento de parte de filme. Consequentemente, também o tamanho da deformação, localmente diferente, de segmentos de parte de filme requer um aquecimento localmente diferente de segmentos de parte de filme individuais, o que pode ser garantido com uma detecção da temperatura de superfície nos segmentos de parte de filme individuais e ativação correspondente dos aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho, que no momento estão aquecendo os segmentos da parte de filme.

[00133] Finalmente, por ativação e ajuste correspondente de diferentes temperaturas de aquecimento em diversos aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho individuais pode ser obtido um "deslocamento" do padrão ou layout impresso na seção de filme. Nesses segmentos da parte de filme, que são aquecidos para uma temperatura moderadamente mais alta do que a temperatura de superfície de filme regular, uniforme, ocorre uma expansão longitudinal mais forte em relação aos segmentos de parte de filme, que só foram aquecidos à temperatura de superfície de filme regular, uniforme. O lado que se expande mais fortemente (porque aquecida de modo mais alto) desloca o padrão ou layout impresso para o lado de expansão menor, porque mais frio. Desse modo, podem ser corrigidos desvios de posição, determinados pela impressão, entre 0,1 mm e 1,5 mm, ainda durante o processo de deformação. Também essa medida requer um conhecimento exato da distribuição de temperatura na superfície da seção de filme aquecido, para poder ativar de modo dirigido os aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho, que devem aquecer os segmentos de parte de filme individuais para uma temperatura mais alta do que a temperatura de superfície de filme regular, uniforme.

[00134] De acordo com uma outra configuração do processo de acordo com a invenção, por esse motivo, ocorre um aquecimento de segmentos de parte de filme individuais para uma temperatura nitidamente mais alta do que a temperatura de superfície de filme regular, uniforme, em segmentos de parte de filme selecionados, nos quais deve ser obtida uma flexibilização mais alta do material do filme. Particularmente, podem ser selecionados, nesse caso, os segmentos de filme, nos quais deve dar-se uma transformação particularmente forte dos filmes originalmente planos.

[00135] Além disso, essa flexibilização mais alta, devido à moldagem exata de contornos de arestas vivas e/ou devido à reprodução precisamente ajustada de gravações e/ou estampagens particularmente finamente divididas, bem como para correção de desvios de posição devidos à impressão pode ser desejável. Nesse caso, são selecionados os segmentos de parte de filme para o aquecimento à temperatura mais alta, nos quais devem ser obtidos uma moldagem exata de contornos de arestas vivas, uma reprodução precisamente ajustada de gravações e/ou estampagens particularmente finamente divididas, bem como uma correção de desvios de posição devidos à impressão.

[00136] Em vista das temperaturas possíveis aqui, no âmbito de 10 a 65°C acima da temperatura de amolecimento de vicat B/50, em modalidades particularmente preferidas, em torno de 140°C às peças de embutição profunda de polimetilmetacrilato ou poli(met)acrilato (PMMA), bem como no âmbito em torno de 190°C às peças de embutição profunda de policarbonato (PC), é de interesse, tipicamente, uma câmera de linha de infravermelho como câmera de formação de imagem térmica, que está projetada para o âmbito de temperatura de 0°C a 400°C e detecta e avalia radiação de temperatura no âmbito de onda de 8  $\mu\text{m}$  a 14  $\mu\text{m}$ . A detecção da radiação térmica dá-se com ajuda de um sensor de linha, que pode apresentar, por exemplo, 128 ou 256

elementos de medição. Câmeras de linha de infravermelho desse tipo, com circuito de avaliação e software de avaliação são acessíveis comercialmente. No âmbito da presente invenção, uma câmera de infravermelho, que é comercializada por DIAS INFRARED GMBH, 01217 Dresden, Alemanha, sob a designação comercial INFRALINE®, provou ser bem apropriada.

[00137] A câmera de infravermelho INFRALINE® serve para fotografar sem contato, de modo quantitativo e substancialmente independente de distância, distribuições de temperatura em objetos estacionários e móveis. Ela foi desenvolvida para o uso estacionário em ambientes industriais e pode ser usada para soluções de sistema, para controle e monitoramento automático de processo, bem como para o processamento de dados de medição em máquinas e instalações.

[00138] A câmera compreende uma cabeça de câmera, para operar os conjuntos necessários. Como a câmera, em geral, está instalada na proximidade do processo a ser monitorado ou os objetos a ser monitorados, a câmera não possui elementos de operação. Para controle, monitoramento e transmissão dos valores de medição, uma interface de dados está integrada na câmera. Em conexão com um PC, pode dar-se a programação e detecção de dados dos valores de medição.

[00139] Para representação e avaliação de dados de medição pode ser usado, convenientemente, o software de visualização PYROSOFT®, posto à disposição por MICROSOFT INC, que pode ser executado em PCs com sistemas operacionais MS-Windows. Por meio de codificação em cores e/ou dados em termos numéricos, a temperatura medida pode ser indicada com uma precisão de  $1/10^{\circ}\text{K}$ .

[00140] Por meio dos conhecimentos obtidos desse modo sobre a distribuição de temperatura efetiva, "verdadeira" na superfície de filme aquecida, de preferência, no lado inferior do filme, podem ser ativados de modo dirigido os aquecedores de irradiação de superfície de infra-

vermelho com uma tomada de potência elétrica mais alta, que aquecem esses segmentos de parte de filme, que até então - por exemplo, devido às particularidades da impressão, metalização e/ou outro revestimento, que ali se encontram – ainda não atingiram a temperatura de superfície de filme prevista, ou aquecem os outros segmentos de parte de filme selecionados, nos quais deve ser obtida uma flexibilização mais alta do material de filme e que, por esse motivo, deve ser aquecido para uma temperatura mais alta do que a temperatura de superfície de filme regular, uniforme.

[00141] No caso dos dois campos de aquecimento alinhados um ao outro, explicados acima, que estão formados, em cada caso, de 42 aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho, por exemplo, esse software PYROSOFT® pode ser programado e avaliado de tal modo que a cada um do par de aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho, alinhados um com o outro, está associada uma janela ou campo sobre a tela. A parte de filme inteira estaria, então, dividida em 42 segmentos de parte de filme, e um segmento de parte de filme específico seria aquecido, substancialmente, por um par de aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho específico, associado. A codificação em cores em uma determinada janela na tela e/ou a indicação de temperatura numérica correspondente indica a temperatura de superfície no segmento de parte de filme associado e, no caso da necessidade de correção, a potência elétrica poderia ser modificada, que é alimentada a um aquecedor de irradiação de superfície de infravermelho ou dos dois aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho desse par de aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho associado ao segmento de parte de filme específico.

[00142] Dependendo do tipo e particularidade da peça de embutição profunda de filme a ser produzida, o aquecimento diferencial do

segmento de filme, previsto de acordo com a invenção, pode ser realizado de tal modo que forçosamente um segmento de parte de filme selecionado ou vários segmentos de parte de filme selecionados são aquecidos à temperatura mais elevada, que excede a temperatura de superfície de filme para o respectivo material de filme em pelo menos 3°C e em não superior a 10°C.

[00143] No contexto da presente invenção está tipicamente previsto que não superior a 20% de todos os segmentos de parte de filme sejam aquecidos à temperatura mais elevada, que excede a temperatura de superfície de filme, prevista para um determinado material de filme, em pelo menos 3°C e em não superior a 10°C.

[00144] Não é necessário que a etapa de processo "medição e avaliação da distribuição da temperatura em uma superfície de filme" seja realizado durante todo o processo de produção à produção de todas as peças de embutição profunda de um tipo específico. Frequentemente, é suficiente quando esse passo de processo é realizado na preparação de uma produção e, subsequentemente, repetido a intervalos regulares ou depois da produção de um número determinado de peças de embutição profunda, para garantir e preservar a qualidade uniforme inalterada dessas peças de embutição profunda.

[00145] Consequentemente, também está prevista no contexto da invenção uma modalidade do processo de acordo com a invenção, para produção de uma pluralidade de peças de filme do mesmo tipo, no qual apenas na produção de uma parte de todas as peças de filme termoconformadas desse tipo é realizado a etapa de processo da medição e avaliação da distribuição de temperatura em uma superfície de filme, e na produção da parte restante das peças de filme termoconformadas desse tipo esse passo de processo não é realizado. Frequentemente, é suficiente se esse passo de processo só for realizado na produção de pelo menos 20% de todas as peças de filme termo-

conformadas de um determinado tipo. Frequentemente, é suficiente se esse passo de processo só for realizado na produção de pelo menos 20% de todas as peças de filme termoconformadas de um determinado tipo.

[00146] Depois de atingir a temperatura de superfície de filme prevista de acordo com a invenção, a parte de filme é rapidamente transferida da zona de aquecimento à zona de deformação, sem que se dê um resfriamento perceptível da parte de filme. De preferência, a parte de filme, depois do aquecimento à temperatura de superfície de filme prevista em cada caso, é imediatamente e dentro de um período de menos de 2s à zona de deformação e, ali, é transformada imediatamente e subitamente. Nesse caso, são visadas e atingidas duas metas. Por um lado, pelo menos um lado da seção de filme, nessa deformação súbita, que se dá sob pressão de meio de pressão alta, ainda presente, deve apresentar substancialmente a temperatura de superfície de filme prevista de acordo com a invenção. Por outro lado, é vantajoso se a região de núcleo da seção de filme, nessa deformação súbita, apresentar uma temperatura da região de núcleo, que é mais baixa do que essa temperatura de superfície de filme. De preferência, nessa deformação súbita, a temperatura da região de núcleo deve ser pelo menos 10°C mais baixa do que a respectiva temperatura de superfície de filme. De modo particularmente preferido, a parte de filme, depois do aquecimento à temperatura de superfície de filme prevista em cada caso, é transferida imediatamente e dentro de um período menor que 5s, de modo particularmente preferido, menor que 2s, modo especialmente preferido, dentro de um período menor que 1s, à zona de deformação e, ali, deformada imediatamente e subitamente. Com isso, pode ser obtido um aperfeiçoamento de precisão de reprodução na deformação súbita.

[00147] Também quando a parte de filme aquecida, no caminho da

zona de aquecimento à zona de deformação, passa pela estação de medição de temperatura e, nesse caso, com ajuda da câmera de imagem térmica, a distribuição de temperatura na superfície do filme é detectada, tornada visível e/ou representada de outro modo, a parte de filme, depois do aquecimento à temperatura de superfície de filme prevista em cada caso, é transferida à zona de deformação, dentro de um período menor que 5 s, de modo particularmente preferido, menor que 2 s, modo especialmente preferido, dentro de um período menor que 1, e, ali, deformada imediatamente e subitamente.

[00148] Na zona de deformação, é realizada a moldagem de alta pressão ou a High Pressure Forming na parte de filme aquecida desse modo. Para esse fim, podem ser adotadas as medidas conhecidas do documento EP 0371 425 81, bem como usados os dispositivos ali descritos. Com essa referência expressa, o teor desse documento, aqui importante – na medida em que ajuda o entendimento e a execução do processo de acordo com a invenção – também deve ser tornado parte integrante dos presentes documentos.

[00149] Além disso, a moldagem de alta pressão da parte de filme aquecida desse modo também pode ser realizada em uma estação de moldagem, com ajuda de uma ferramenta de moldar, que está descrita no documento DE 41 13 568 C1. Com essa referência expressa, também o teor desse documento, aqui importante – na medida em que ajuda o entendimento e a execução do processo de acordo com a invenção – também deve ser tornado parte integrante dos presentes documentos.

[00150] Na zona de deformação pode ser prevista uma prensa do tipo de construção correspondente ao do documento DE 41 13 568 CC1. O quadro que retém a parte de filme aquecida é inserido na ferramenta de moldar aberta e fixada com ajuste preciso na metade inferior da ferramenta. A mesa de moldar inferior é levantada, até a ferra-

menta de moldar estar fechada. Na cavidade de molde, que se encontra acima da parte de filme a ser deformada, é introduzido meio de pressão fluido, tipicamente ar comprimido. Tipicamente, sob uma pressão de meio de pressão de 2 a 30 MPa (20 a 300 bar), é feita subitamente a moldagem. De preferência, a moldagem é realizada com ajuda de ar comprimido aquecido, que no contato com a parte de filme apresenta uma temperatura de aproximadamente 60 a 80°C. Subsequentemente, a cavidade de molde é descarregada, a mesa de moldar inferior é baixada, a ferramenta de moldar é aberta, o filme moldado é desprendido ou desmoldado da ferramenta, o quadro, que continua a reter o filme resfriado e moldado, é separado da metade inferior da ferramenta e recuado à posição inicial. Ali, a parte de filme moldada é desprendida manualmente ou automaticamente do quadro e, caso necessário, recortada, para obter a peça de embutição profunda desejada.

### **Exemplos**

[00151] Os exemplos e exemplos comparativos abaixo servem à explicação adicional da presente invenção, sem limitar a mesma.

O desenho mostra, com

[00152] Figura 1 por meio de uma vista lateral esquemática, uma modalidade de um dispositivo para realização do processo de acordo com a invenção;

[00153] Figura 2 uma peça de embutição profunda de PC, produzida de acordo com a invenção, para um instrumento de combinação, com tela de taquímetro e com mostrador numérico para um medidor de números de rotações, subsequentemente em tamanho original, sendo que as diferentes cores de símbolos e elementos individuais estão indicados graficamente; e

[00154] Figura 3 um mostrador numérico de PMMA, produzido de acordo com o processo de acordo com a invenção, para um medidor



de números de rotações ou uma "tela de medição de números de rotações", substancialmente, em tamanho original, sendo que as diferentes cores de símbolos e elementos individuais estão indicados graficamente.

[00155] No dispositivo de acordo com a Figura 1, estão formados, em cada caso, em forma em si conhecida, uma zona de carga e descarga 10, uma zona de aquecimento 20, uma estação de medição de temperatura 30 e uma zona de deformação 40. Um carro 3 guiado em trilhos 2 transporta um quadro 4 retangular da zona de carga e descarga 10, através da zona de aquecimento 20 e a estação de medição de temperatura 30, à zona de deformação 40 e de volta. Àcionamento do carro 3 serve um motor gradual – não representado – projetado à acelerações altas e alta velocidade de avanço; por exemplo, o carro 3 pode ser deslocado com uma velocidade de 1.400 mm/s.

[00156] Na zona de carga e descarga 10 é montada, manualmente ou automaticamente, uma parte de filme 5 plana, impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo, e a ser deformada, em disposição definida, no quadro 4. A parte de filme 5 está apoiada apenas com suas seções do lado da borda no quadro 4.

[00157] A zona de aquecimento 20 está limitada por um campo de aquecimento superior 21 e por um campo de aquecimento inferior 22. Os dois campos de aquecimentos 21 e 22 estão formados com áreas idênticas, alinhados horizontalmente e dispostos à distância de aproximadamente 100 mm um do outro, bem como alinhados um com o outro. Cada campo de aquecimento 21, 22 apresenta, por exemplo, quarenta e dois aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho 23, que, em cada caso, tem as medidas de 60 x 60 mm e, em cada caso, podem ser ativados individualmente.

[00158] Na estação de medição de temperatura 30 encontra-se uma câmera de imagem térmica 31, que detecta e avalia a radiação de

temperatura 32, irradiada pelo lado inferior da parte de filme 5 aquecida, aqui indicada esquematicamente. A distribuição de temperatura obtida desse modo pode ser representada sobre uma tela – não representada, sendo que a cada par de aquecedores de irradiação de superfície de infravermelho 23', 23" pode estar associado, em cada caso, um campo sobre a tela. A distribuição de temperatura na superfície do lado inferior da parte de filme pode ser indicada por meio de uma codificação em cores e/ou numérica.

[00159] A zona de deformação 40 pode estar equipada com uma prensa 41 com ferramenta de moldar 42, tal como está descrito no documento DE 41 13 568 C1. Nessa ferramenta de moldar 42 está ligado um recipiente de ar comprimido 43, do qual ar comprimido é posto à disposição. O quadro 4, introduzido na ferramenta de moldar 42 aberta do carro 3, é disposto com ajuste preciso dentro da ferramenta de moldar 42. A ferramenta de moldar 42 é fechada com ajuda da prensa 41 e a parte de filme 5 retida no quadro 4 é solicitada imediatamente e diretamente com ar comprimido aquecido, sob uma pressão de meio de pressão de, por exemplo, 160 bar e moldada subitamente, isostaticamente, no contorno da ferramenta de moldar 42. Nessa deformação, pelo menos um lado da seção de filme da parte de filme 5 retida no quadro 4 apresenta a temperatura de superfície de filme prevista de acordo com a invenção.

[00160] Depois dessa deformação, a ferramenta de moldar 42 é aberta e o carro 3 transporta o quadro 4 com a parte de filme deformada ou peça de embutição profunda de volta à zona de carga e descarga 10. Ali, a peça de embutição profunda pode ser desprendida automaticamente ou manualmente do quadro 4 e retirada do dispositivo 1.

#### **Exemplos de acordo com a invenção e exemplos comparativos para moldagem de filme de PC**

[00161] A peça de embutição profunda representada na Figura 2

tem um comprimento de 360 mm e uma altura de 105 mm. A tela de taquímetro e a tela de medição de números de rotações tem, em cada caso, um diâmetro de 113 mm. A placa da tela é preta, os números são brancos diante de um fundo cinza, e o segmento da tira de borda entre os números "5" e "6" da tela de medição de números de rotações é vermelho. Os pictogramas dispostos entre as duas telas são translúcidos e são visíveis, em cada caso, na ativação de uma iluminação de fundo associada em cada caso. É surpreendente uma elevação inicialmente escalonada e, subsequentemente, em forma cônica do plano da placa até um rebordo prateado, que termina aproximadamente 12 mm acima do plano da placa. Nesse rebordo prateado, as marcações brancas, que indicam os números, estão limitadas por tiras de borda pretas, muito finas.

[00162] Como material básico serviu um filme de PC, finamente mateado em uma superfície, com espessura de 375  $\mu\text{m}$  (Makrofol® OE de BAYER MATERIALSCIENCE AG), que sobre a superfície não mateada foi impresso no processo de serigrafia de estágios múltiplos com os vernizes coloridos, resistentes à temperatura elevada e flexíveis, citados acima. O anel prateado foi aplicado com ajuda de uma suspensão de Al-bronze.

[00163] As partes de filme planas, impressas, foram aquecidas – sem tratamento térmico precedente – na zona de aquecimento às temperaturas de superfície de filme, indicadas na Tabela 1 abaixo; o tempo de permanência na zona de aquecimento controla a temperatura de superfície de filme atingida. A temperatura de superfície de filme foi medida com ajuda da câmera de imagem térmica no lado inferior do filme. No exemplo 3 de acordo com a invenção os segmentos de parte de filme, que formam o rebordo, foram aquecidos para uma temperatura mais elevada, que excedeu a temperatura de superfície de filme em aproximadamente 5°C; para esse fim, os pares de aquecedores de

irradiação de superfície de infravermelho, associados a esses segmentos de parte de filme selecionados, foram ativados com uma tomada de potência elétrica mais alta.

[00164] Depois de atingida a temperatura de superfície de filme, indicada em cada caso, o filme foi transferido imediatamente e rapidamente (dentro de um período de menos de 1 s) à zona de moldagem e, ali, moldado imediatamente e subitamente. À moldagem, a parte de filme, que continua a apresentar a respectiva temperatura de superfície de filme, foi solicitada com ar comprimido aquecido àproximadamente 70°C, sob uma pressão de ar comprimido de 16 MPa (160 bar). A fase de alta temperatura, antes de atingir a temperatura de superfície de filme, até o término da moldagem de uma determina parte de filme, durou menos de 5 s.

[00165] Os resultados estão representados na Tabela 1.

#### **Exemplos de acordo com a invenção e exemplos comparativos para moldagem de filme de PMMA**

[00166] A tela de medição de números de rotações, representada na Figura 3, tem um diâmetro de 100 mm. A placa é preta, a inscrição, inclusive dos números, é branca, e os segmentos da tira de borda entre os números 40 e 60 são vermelhos. Os pictogramas agrupados em torno da abertura central são translúcidos e tornam-se visíveis, em cada caso, na ativação de, em cada caso, uma iluminação de fundo, em cada caso associada. É surpreendente o rebordo prateado, que se eleva em forma de cone, que termina 5 mm acima do plano da placa. Nesse rebordo prateado, as marcações brancas, que indicam os números, estão limitadas por tiras de borda pretas, muito finas.

[00167] Como material básico serviu um filme de PMMA, transparente como vidro, com espessura de 250 µm (filme Plexiglas® "Clear 99524" de Röhm GmbH & Co., KG), que sobre a superfície em estágios múltiplos com vernizes coloridos, resistentes à temperatura e fle-

xíveis, de acordo com a configuração gráfica do mostrador numérico do medidor de números de rotações de acordo com a Figura 3. O anel prateado foi aplicado com ajuda de uma suspensão de Al-bronze.

[00168] Na outra superfície, posteriormente, o lado anterior, foi aplicada uma camada de verniz de estrutura, para obter um "efeito fosco" ou características táteis exigida. Adicionalmente, foi aplicada sobre esse lado anterior posterior um revestimento de hardcoat, que causou um aperfeiçoamento adicional da resistência a arranhões da superfície da peça de embutição profunda.

[00169] Os resultados estão representados na Tabela 2.

**Tabela 1****Moldagem de um filme de PC a diversas temperaturas**

<b>Exemplo</b>	<b>Temperatura de superfície de filme</b>	<b>Temperatura de núcleo do filme*</b>	<b>Resultados da moldagem</b>	<b>Constituição da superfície</b>	<b>Comentário</b>
Exemplo 1 de acordo com a invenção	150°C	130°C	Mostrador numérico torcido em si mesmo; superfície de fundo deformada não-plana; cor interrompida; remoção imprecisa do molde.	Estrutura mantida, formação de rachaduras visível no material (estrias de gravidez).	Processo de moldagem frio demais; material de filme não flexibilizado suficientemente.
Exemplo 1 de acordo com a invenção	176°C	154°C	Redução das deformações; superfície de fundo continua não sendo plana (abaulamento); moldagem aperfeiçoada.	Sem modificação da estrutura; nítida redução da formação de rachaduras.	Aperfeiçoamento tendencial do processo de moldagem – estabilidade geométrica insuficiente do mostrador numérico.
Exemplo 2 de acordo com a invenção	192°C	173°C	Mostrador numérico praticamente sem deformações, isto é, posição plana muito boa depois da separação; remoção precisa do molde de todos os raios e transições; sem danos ao sistema de cores.	Estrutura não-danificada; sem formação de rachaduras.	Filme conserva a estabilidade das dimensões, mesmo depois da estampagem; disposição simétrica em rotação/posicionamento dos símbolos constante.

Continuação...

Exemplo	Temperatura de superfície de filme	Temperatura de núcleo do filme*	Resultados da moldagem	Constituição da superfície	Comentário
Exemplo 3 de acordo com a invenção	192°C, alguns segmentos de parte de filme, 197°C	174°C	Sem deformações visíveis; mostrador numérico estendido de modo absolutamente plano; sistema de cores satisfatório; sem danos no filme ou no sistema de cores.	De acordo com as exigências; efeito fosco e características táteis, satisfatórios	Combinação ótima da temperatura de superfície e de núcleo; o filme conserva a estabilidade das dimensões, também depois da estampagem; disposição simétrica em rotação/posicionamento dos símbolos constante.
Exemplo comparativo 2	210°C	197°C	Mostrador numérico praticamente sem deformações, isto é, posição plana muito boa depois da separação; remoção precisa do molde de todos os raios e transições; ligeiro "abaulamento excessivo" da borda, ligeira formação de bolhas por difusão do solvente	Estrutura da superfície é danificada; parte do filme preto-fosco tem aparência "gordurosa" (formação de grau de brilho)	Processo de moldagem quente demais; a estrutura do filme torna-se plástica; posicionamento dos símbolos se modifica/não reproduzível exatamente; sistema de cores forma bolhas; remoção do molde, satisfatória; aparência da cor e estrutura, insatisfatória.

\* a temperatura do núcleo foi avaliada por meio de diversas observações internas e valores de experiência

**Tabela 2**

**Moldagem de um filme de PMMA a diversas temperaturas**

Exemplo	Temperatura de superfície de filme	Temperatura de núcleo do filme*	Resultados da moldagem	Constituição da superfície	Comentário
Exemplo comparativo 3	100°C	90°C	Negativo; filme rompido/interrompido	.....	Processo de deformação frio demais, material de filme quebradiço demais a essa temperatura; moldagem não é possível.
Exemplo comparativo 4	120°C	110°C	Filme não-rompido; remoção do molde não ótima - ruptura branca; deformações nítidas na região de moldagem.	Rupturas dentro do material de filme visíveis; superfície não está homogênea.	Moldagem possível; material ainda quebradiço demais; estabilidade geométrica insuficiente do mostrador numérico; ruptura branca modifica a aparência da formação de cor.
Exemplo 4 de acordo com a invenção	140°C	130°C	Mostrador numérico livre de deformações, isto é, posição plana muito boa depois da separação; remoção do molde com bordas precisas de todos os raios e transições; ruptura branca parcial; sem danificação do sistema de cores visível.	Rupturas não-visíveis; aparência do filme inalterada	Ruptura branca parcial mínima.



Continuação...

Exemplo	Temperatura de superfície de filme	Temperatura de núcleo do filme*	Resultados da moldagem	Constituição da superfície	Comentário
Exemplo 5 de acordo com a invenção	140°C, alguns segmentos de parte de filme, 145°C	135°C	Mostrador numérico sem deformações, isto é, posição plana muito boa depois da separação; remoção de contornos precisos do molde de todos os raios e transições; sem ruptura branca; sem danificação do sistema de cores visível.	Sem quebras visíveis, a aparência do filme se mantém inalterada.	Combinação ótima da temperatura da superfície e do núcleo; filme absolutamente plano; disposição simétrica em rotação/posicionamento dos símbolos constante; por aquecimento parcial, não ocorre nenhuma ruptura branca; reprodutibilidade constante garantida.
Exemplo comparativo 5	160°C	150°C	Forte contração das bordas laterais; remoção do molde de contornos precisos; sem ruptura branca; a cor preta parece azulada.	A área transparente do filme torna-se "turva", A aparência inalterada.	Processo de moldagem quente demais; a estrutura do filme/transparência se modificam; contração nitidamente forte; posicionamento dos símbolos varia/não-reprodutível exatamente.

\* a temperatura do núcleo foi avaliada por meio de diversas observações internas e valores da experiência

## REIVINDICAÇÕES

1. Processo para produção de uma parte de filme embutida em profundidade, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo, com pelo menos as etapas de processo abaixo:

- por à disposição um pedaço de filme (5) plano, pelo menos parcialmente impresso, metalizado e/ou revestido de outro modo em uma ou nas duas superfícies, de pelo menos uma matéria sintética termoplástica, que compreende pelo menos uma seção de filme, que, com relação a tamanho e impressão, metalização e/ou revestimento, corresponde à parte embutida em profundidade a ser produzida;

- esse pedaço de filme (5) é montado em disposição definida em um quadro (4), sendo que apenas as seções do lado da borda do pedaço de filme estão apoiadas sobre o quadro;

- o pedaço de filme (5) apoiado desse modo sobre o quadro (4) é introduzido em uma zona de aquecimento (20), e pelo menos a seção de filme é aquecida para uma temperatura predeterminada; e

- o pedaço de filme (5) aquecido desse modo é subsequentemente introduzido rapidamente em uma zona de deformação (40) e ali solicitado imediatamente e diretamente com um meio de pressão fluido, sob uma pressão de meio de pressão maior que 2 MPa (20 bar), e, dentro de um período menor que 5 segundos, deformado isotaticamente à parte embutida em profundidade desejada,

o referido processo sendo caracterizado pelo fato de que esse aquecimento é realizado para que pelo menos um lado de toda a seção de filme ou a parte predominante da seção de filme apresente uma temperatura superficial de filme no âmbito de 10 a 65°C acima da temperatura de amolecimento de Vicat B/50.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que no caso da matéria sintética termoplástica, trata-se

de policarbonatos ou copolicarbonatos na base de difenóis, poli- ou copoliacrilatos, poli- ou copolimetacrilatos, poli- ou copolímeros com estireno, poliuretanos termoplásticos, poliolefinas, poli- ou copolicondensados do ácido tereftálico ou misturas dos mesmos.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, para produção de uma parte de filme embutida em profundidade, pelo menos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo, com pelo menos as etapas de processo abaixo:

- por à disposição um pedaço de filme (5) plano, pelo menos parcialmente impresso, metalizado e/ou revestido de outro modo em uma ou nas duas superfícies, de policarbonato, que compreende pelo menos uma seção de filme, que, com relação a tamanho e impressão, metalização e/ou revestimento, corresponde à parte embutida em profundidade a ser produzida;

- esse pedaço de filme (5) é montado em disposição definida em um quadro (4), sendo que apenas as seções do lado da borda do pedaço de filme estão apoiadas sobre o quadro;

- o pedaço de filme (5) apoiado desse modo sobre o quadro (4) é introduzido em uma zona de aquecimento (20), e, pelo menos a seção de filme é aquecida para uma temperatura predeterminada; e

- o pedaço de filme é subsequentemente introduzido rapidamente em uma zona de deformação (40) e ali solicitado imediatamente e diretamente com um meio de pressão fluido, sob uma pressão de meio de pressão maior que 2 MPa (20 bar), e dentro de um período menor que 5 segundos deformado isostaticamente à parte embutida em profundidade desejada,

o referido processo sendo caracterizado pelo fato de que esse aquecimento é realizado para que pelo menos um lado de toda a seção de filme ou a parte predominante da seção de filme apresente uma temperatura superficial de filme no âmbito de 180 a 200°C.

4. Processo, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que, para aquecimento na zona de aquecimento, o pedaço de filme (5) é mantido por um período à distância de pelo menos um campo de aquecimento (21/22), formado de uma pluralidade de aquecedores de superfície por infravermelho (23, 23', 23'', etc.), que podem ser comandados individualmente; e

o pedaço de filme (5) aquecido desse modo, no caminho da zona de aquecimento (20) à zona de deformação (40), passa por uma estação de medição de temperatura (30), na qual, com ajuda de uma câmara de imagem térmica (31), a distribuição de temperatura em uma superfície de filme é detectada, tornada visível e/ou representada de outra maneira, e

que é realizado um aquecimento diferencial, para o que cada aquecedor de superfície por infravermelho (23, 23', 23'', etc.) é comandado individualmente,

- para minimizar as diferenças de temperatura na seção de filme, visíveis da distribuição de temperatura, e

- para aquecer pelo menos um lado da seção de filme predominante para uma temperatura superficial de filme no âmbito de 180°C a 200°C, e

- para, opcionalmente, aquecer segmentos individuais, selecionados, do pedaço de filme para uma temperatura mais elevada, que excede essa temperatura superficial de filme em pelo menos 3°C e em não superior a 10°C.

5. Processo, de acordo com a reivindicação 3 ou 4, caracterizado pelo fato de que pelo menos um lado de toda a seção de filme ou da parte predominante da seção de filme é aquecido para uma temperatura superficial de filme no âmbito de 185°C a 195°C.

6. Processo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, para produção de uma parte de filme embutida em profundidade, pelo me-

nos parcialmente impressa, metalizada e/ou revestida de outro modo, com pelo menos as etapas de processo abaixo:

- por à disposição um pedaço de filme (5) plano, pelo menos parcialmente impresso, metalizado e/ou revestido de outro modo em uma ou nas duas superfícies, de polimetilmetacrilato ou de poli(met)acrilato, que compreende pelo menos uma seção de filme, que, com relação a tamanho e impressão, metalização e/ou revestimento, corresponde à parte embutida em profundidade a ser produzida;

- esse pedaço de filme (5) é montado em disposição definida em um quadro (4), sendo que apenas as seções do lado da borda do pedaço de filme estão apoiados sobre o quadro;

- o pedaço de filme (5) apoiado desse modo sobre o quadro (4) é introduzido em uma zona de aquecimento (20), e pelo menos a seção de filme é aquecida para uma temperatura predeterminada; e

- o pedaço de filme (5) é subsequentemente introduzido rapidamente em uma zona de deformação (40) e ali solicitado imediatamente e diretamente com um meio de pressão fluido, sob uma pressão de meio de pressão maior que 2 MPa (20 bar), e dentro de um período menor que 5 segundos deformado isostaticamente à parte embutida em profundidade desejada,

o referido processo sendo caracterizado pelo fato de que esse aquecimento é realizado para que pelo menos um lado de toda a seção de filme ou a parte predominante da seção de filme apresente uma temperatura superficial de filme no âmbito de 130 a 150°C.

7. Processo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que, para aquecimento na zona de aquecimento (40), o pedaço de filme é mantido por um período à distância de pelo menos um campo de aquecimento (21/22), formado de uma pluralidade de aquecedores de superfície por infravermelho (23, 23', 23'', etc.), que podem ser comandados individualmente; e

o pedaço de filme aquecido desse modo, no caminho da zona de aquecimento (20) à zona de deformação (40), passa por uma estação de medição de temperatura (30), na qual, com ajuda de uma câmara de imagem térmica (31), a distribuição de temperatura em uma superfície de filme é detectada, tornada visível e/ou representada de outra maneira, e

que é realizado um aquecimento diferencial,

para o que cada aquecedor de superfície por infravermelho (23, 23', 23'', etc.) é comandado individualmente,

- para minimizar as diferenças de temperatura na seção de filme, visíveis da distribuição de temperatura, e

- para aquecer pelo menos um lado da seção de filme predominante para uma temperatura superficial de filme na faixa acima citado de 130°C a 150°C, e

- para, opcionalmente, aquecer segmentos individuais, selecionados, do pedaço de filme para uma temperatura mais elevada, que excede essa temperatura superficial de filme em pelo menos 3°C e em não superior a 10°C.

8. Processo, de acordo com a reivindicação 4 ou 7, caracterizado pelo fato de que são selecionados os segmentos de pedaço de filme, nos quais deve ser obtida uma flexibilização mais alta do material de filme.

9. Processo, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que são selecionados os segmentos de pedaço de filme, nos quais deve dar-se uma deformação particularmente forte do filme (5) originalmente plano ou nos quais deve ser obtida uma modelação exata de contornos de arestas agudas, uma reprodução de ajuste preciso de estampagens e/ou cinzelamentos de partes finas, bem como uma correção de desvios de posição devidos à pressão.

10. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindica-

ções 4 e 7 a 9, caracterizado pelo fato de que é produzida uma quantidade de partes de filme termoconformadas da mesma espécie; e

a etapa de medição e avaliação da distribuição de temperatura em uma superfície de filme é conduzida apenas durante a produção de pelo menos 20% de todas as partes de filme.

11. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que o pedaço de filme (5) apoiado sobre o quadro (4) é introduzido em uma zona de aquecimento (20), que apresenta dois campos de aquecimento de superfície idêntica (21, 22), alinhados horizontalmente, dispostos paralelamente à distância um do outro e alinhados um com o outro; e o pedaço de filme (5), para aquecimento à temperatura superficial de filme prevista, em cada caso, é disposta, de modo aproximadamente no meio entre esses dois campos de aquecimento (21, 22) e ali mantida por algum tempo.

12. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que, depois do aquecimento à temperatura superficial do filme prevista em cada caso, o pedaço de filme (5) é transferido à zona de deformação (40) dentro de um período menor que 5 segundos, de preferência, menor que 2 segundos.

13. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que são processados pedaços de filme (5) transparentes, que foram impressos, metalizados e/ou revestidos de outro modo de acordo com um layout predeterminado.

14. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo fato de que são processados pedaços de filme (5) de uma camada, que foram impressos, metalizados e/ou revestidos de outro modo de acordo com um layout predeterminado.

15. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que os pedaços de filme (5) a

serem conformados são filme coextrusado de camadas múltiplas ou filme de laminado de pelo menos duas matérias sintéticas termoplásticas diferentes.



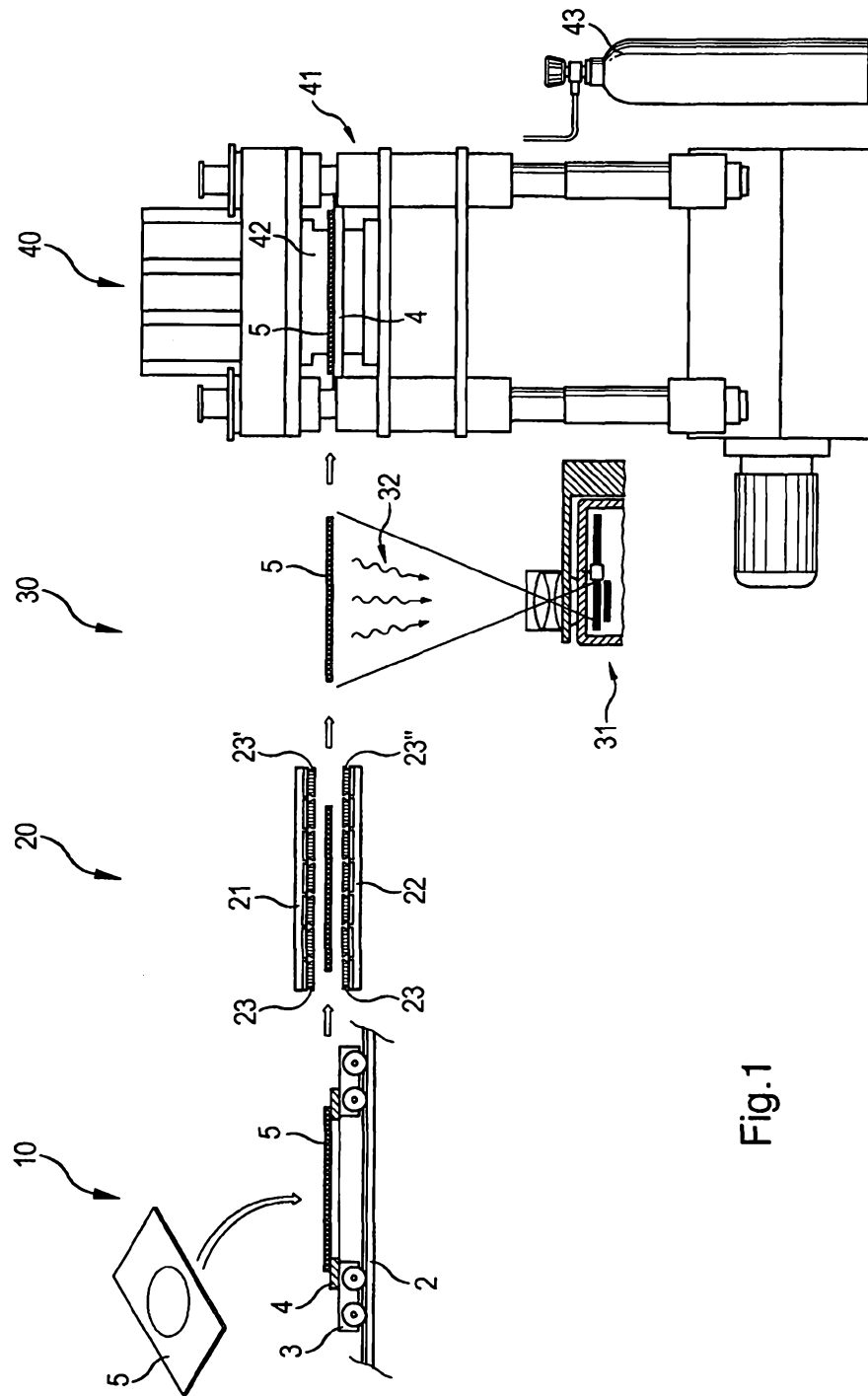


Fig. 1

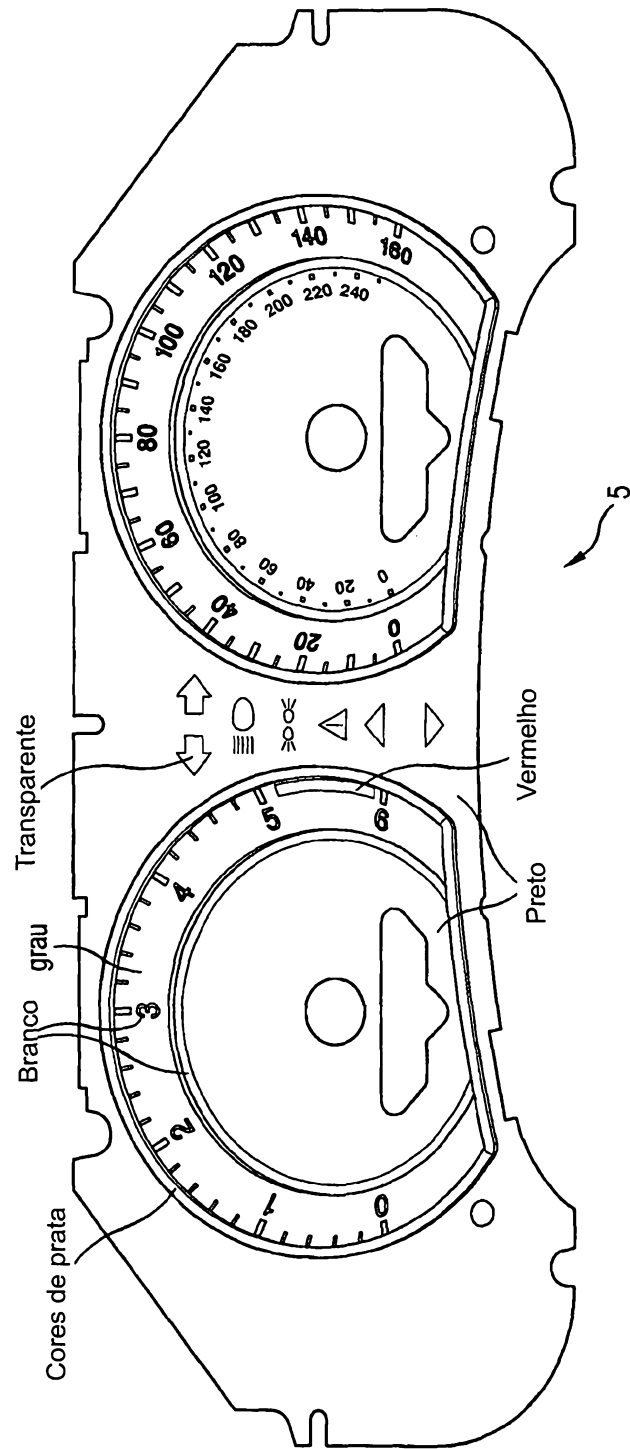


Fig. 2

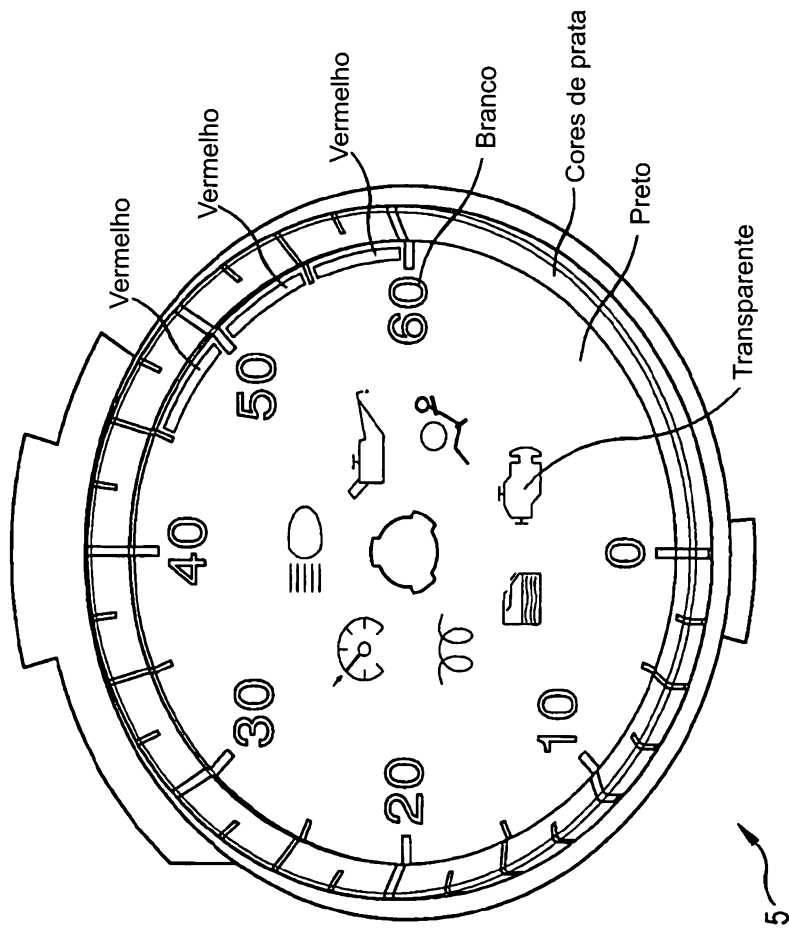


Fig. 3