(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 146 087***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **24 01899**

(51) Int Cl[8] : ***B 29 C 33/40*** *(2024.01), B 29 C 70/16, 33/42, 70/54, 70/40*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 27.02.24.

(30) **Priorité :** 28.02.23 DE 10 2023 104 869.4.

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 30.08.24 Bulletin 24/35.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *DEUTSCHES ZENTRUM FUR LUFT UND RAUMFAHRT E V Société de droit allemand* — DE.

(72) **Inventeur(s) :** NEUMANN Fabian.

(73) **Titulaire(s) :** DEUTSCHES ZENTRUM FUR LUFT UND RAUMFAHRT E V Société de droit allemand.

(74) **Mandataire(s) :** IPAZ.

(54) PROCÉDÉ ET OUTIL DE MOULAGE POUR LA FABRICATION D'UN COMPOSANT EN PLASTIQUE.

(57) L'invention concerne un procédé de fabrication d'un composant en plastique réalisé à partir d'une matière synthétique au moyen d'un outil de moulage présentant une surface d'outil propre à lui conférer sa forme, ledit procédé comprenant les étapes suivantes:

mise à disposition de l'outil de moulage dont la surface d'outil propre à conférer la forme est formée, au moins par segments, dans une matière thermoplastique étirée, introduction de la matière synthétique destinée à la fabrication du composant en plastique, dans l'outil de moulage de sorte que la matière synthétique soit en contact par segments avec la matière thermoplastique étirée,production du composant en plastique par durcissement de la matière synthétique, la matière synthétique introduite dans l'outil de moulage étant amenée à une température de durcissement, etdémoulage du composant en plastique produit, au moins le segment qui comporte la matière thermoplastique étirée étant amené à ou au-dessus de la température de transition vitreuse, ce qui permet alors à l'outil de moulage de se détacher du composant en plastique produit.

FR 3 146 087 - A1

Description

Titre de l'invention : PROCÉDÉ ET OUTIL DE MOULAGE POUR LA FABRICATION D'UN COMPOSANT EN PLASTIQUE

[0001] L'invention concerne un procédé de fabrication d'un composant en plastique réalisé à partir d'une matière synthétique au moyen d'un outil de moulage présentant une surface propre à lui conférer sa forme.

[0002] L'invention concerne également un outil de moulage élaboré à cette fin.

[0003] Compte tenu de la résistance et de la rigidité par unité de poids des composants composites fibreux fabriqués en un matériau composite fibreux, les composants de ce type sont devenus incontournables dans le secteur aéronautique comme dans bien d'autres domaines d'application tels que, par exemple, le secteur automobile. En effet, du fait d'un rapport poids-résistance et rigidité particulièrement avantageux, de tels matériaux composites fibreux se prêtent tout particulièrement à la construction légère.

[0004] Lors de la fabrication d'un composant composite fibreux, une matière matricielle enrobant la matière fibreuse est ici généralement durcie par traitement thermique et mise sous pression, constituant ainsi avec la matière fibreuse, après durcissement, une unité intégrale. Les fibres de renforcement de la matière fibreuse sont par là même contraintes dans la direction qu'on leur a assignée et peuvent supporter les charges survenant dans cette même direction.

[0005] Les matériaux composites fibreux dans lesquels sont fabriqués les composants composites fibreux de ce type présentent généralement deux composants principaux, d'une part une matière fibreuse et d'autre part une matière matricielle. Il est en outre possible d'utiliser d'autres composants secondaires, comme par exemple, des matières liantes ou des éléments fonctionnels additionnels destinés à être intégrés au composant. Si, pour la fabrication, on met à disposition des matières fibreuses sèches, la matière matricielle du matériau composite fibreux est infusée, lors du processus de fabrication, dans la matière fibreuse par un processus d'infusion, de sorte que la matière fibreuse sèche est imbibée ou imprégnée par la matière matricielle. Ceci se produit généralement par suite d'une différence de pression entre la matière matricielle et la matière fibreuse, cette dernière étant par exemple mise sous vide à l'aide d'une pompe à vide. À l'inverse, on connaît également des matériaux composites fibreux dans lesquels la matière fibreuse est déjà pré-imprégnée avec la matière matricielle (c'est ce qu'on appelle des prépregs).

[0006] Lors de la fabrication de composants composites fibreux, on utilise systématiquement des outils de moulage présentant une surface d'outil propre à conférer sa forme et sur laquelle est déposée la matière fibreuse du matériau composite fibreux. La matière

fibreuse, qu'elle soit sèche ou pré-imprégnée, est en l'occurrence introduite dans l'outil de moulage, ce dernier pouvant aussi être un noyau de moule ou comporter un tel noyau de moule, y compris distinct d'autres éléments de l'outil de moulage. La surface d'outil propre à conférer sa forme présente alors généralement une géométrie correspondant à la forme du futur composant, de sorte qu'à l'issue du durcissement de la matière matricielle infusée dans la matière fibreuse, sont conférées au composant composite fibreux ainsi produit, forme et géométrie correspondantes. On utilise ici un outil de moulage quelle que soit la matière fibreuse utilisée, autrement dit qu'il s'agisse d'une matière fibreuse sèche ou d'une matière fibreuse pré-imprégnée.

[0007] En matière d'outils de moulage, on connaît divers matières et matériaux. Le choix de la matière adaptée à l'outil de moulage dépend ici de nombreux facteurs. Seront entre autres déterminants le nombre prévu de composants à réaliser, l'usure, les paramètres propres au processus de fabrication (température, pression, solvants), le coût de l'outil et la précision dimensionnelle exigée lors de la fabrication et de la dilatation thermique, ainsi que le volume de l'outil.

[0008] Parmi les matières ou matériaux adaptés pour de tels outils de moulage, on trouve entre autres le PRFV (sandwich ou monolithique), le PRFC (sandwich ou monolithique), le bois, l'aluminium ou des alliages d'aluminium, l'acier, l'Invar (alliage nickel-fer) et des mousses de polyuréthane.

[0009] On connaît d'après le document DE 10 2010 043 645 A1 un procédé de fabrication d'un réservoir sous pression pour la réception d'un fluide sous pression, ledit réservoir étant formé de plusieurs éléments réalisés en une matière textile en feuille réalisée à partir de fibres de renforcement. La matière se présentant sous forme de feuille est, en l'occurrence, appliquée sur un corps de moulage et elle peut être imprégnée par exemple par une matière synthétique thermodurcissable ou thermoplastique. Le corps de moulage sur lequel est déposée la matière sous forme de feuille est flexible et on peut, en l'espèce, le mettre en surpression afin de le dilater légèrement et ainsi améliorer la complémentarité de forme entre le corps de moulage et la matière fibreuse.

[0010] On connaît, d'après le document DE 10 2022 105 064.5 publié ultérieurement, un procédé de fabrication d'un composant composite fibreux à partir d'un matériau composite fibreux, du type dans lequel une matière fibreuse est déposée sur une surface, propre à conférer la forme, d'un outil de moulage. L'outil de moulage consiste en l'espèce au moins partiellement en une matière synthétique thermoplastique dont la température de fusion est supérieure à la température maximale de durcissement prédéfinie. Pour le démoulage, l'outil de moulage est amené à une température de démoulage qui se situe au-dessus de la température de transition vitreuse et en dessous de la température de fusion.

[0011] On connaît d'après le document DE 10 2014 208 412 A1 un procédé de fabrication d'un composant creux renforcé de fibres, au moyen d'un noyau de support, ce dernier étant fabriqué en une matière thermoplastique par un procédé d'étirage-soufflage. Par une régulation de la température du noyau de support après la production du composant creux, la matière synthétique thermoplastique du noyau de support devient molle et apte à se déformer, de sorte que par application d'une force de démoulage adaptée sur le noyau de support déformable, celui-ci peut être extrait de l'espace creux du composant creux à fabriquer. L'inconvénient de ce procédé est qu'en appliquant la force de démoulage, on peut endommager l'intérieur du composant creux réalisé.

[0012] La présente invention a pour tâche de proposer un procédé perfectionné pour la fabrication d'un composant en plastique, dans lequel après la production du composant en plastique, celui-ci se laisse très facilement démouler de l'outil de moulage utilisé. La présente invention a en outre pour tâche de proposer un outil de moulage perfectionné, élaboré à cette fin.

[0013] Cette tâche est résolue, selon l'invention, par le procédé conforme à la revendication 1 ainsi que par l'outil de moulage conforme à la revendication 10. On trouvera ensuite des conceptions avantageuses de l'invention dans les sous-revendications correspondantes.

[0014] Selon la revendication 1, il est proposé un procédé de fabrication d'un composant en plastique réalisé à partir d'une matière synthétique au moyen d'un outil de moulage présentant une surface propre à lui conférer sa forme. Selon l'invention, le procédé comprend ainsi les étapes suivantes :

- mise à disposition de l'outil de moulage dont la surface d'outil propre à conférer la forme est formée, au moins par segments, dans une matière thermoplastique étirée,
- introduction de la matière synthétique destinée à la fabrication du composant en plastique, dans l'outil de moulage de sorte que la matière synthétique soit en contact par segments avec la matière thermoplastique étirée,
- production du composant en plastique par durcissement de la matière synthétique, la matière synthétique introduite dans l'outil de moulage étant amenée à une température de durcissement, et
- démoulage du composant en plastique produit, au moins le segment qui comporte la matière thermoplastique étirée étant amené à ou au-dessus de la température de transition vitreuse, ce qui permet alors à l'outil de moulage de se détacher du composant en plastique produit.

[0015] Selon l'invention, il est ainsi proposé de mettre à disposition un outil de moulage avec lequel le composant en plastique doit être fabriqué et dont la surface d'outil

propre à lui conférer sa forme est formée dans une matière thermoplastique (fortement) étirée. De préférence, c'est ici toute la surface d'outil propre à conférer la forme et/ou la totalité de l'outil de moulage dans son ensemble qui sont fabriquées dans cette matière thermoplastique étirée. Mais il est également envisageable que seules des parties de l'outil de moulage, comme par exemple des noyaux de moule, soient formées dans une telle matière thermoplastique étirée. Les segments comportant la matière thermoplastique étirée ne sont, en l'occurrence, pas nécessairement attenants les uns aux autres, bien qu'il s'agisse d'un avantage. Par l'expression « formé(e)(s) dans », on entend en particulier, au sens de la présente invention, que l'outil de moulage ou la surface d'outil propre à conférer la forme présentent la matière thermoplastique et/ou sont constitués d'une telle matière thermoplastique et/ou en contiennent.

[0016] Après la mise à disposition de l'outil de moulage comportant la matière thermoplastique étirée, la matière synthétique est alors introduite dans l'outil de moulage. On entend par là, en particulier, que la matière synthétique, par exemple une matière matricielle d'un matériau composite fibreux, est en contact direct avec la matière thermoplastique de l'outil de moulage. En d'autres termes, la matière synthétique dans laquelle le composant en plastique doit être fabriqué, est en contact étroit avec la matière thermoplastique étirée de l'outil de moulage sur certains segments, afin d'ainsi conférer à la matière synthétique la forme souhaitée.

[0017] Ensuite, on fait durcir la matière synthétique destinée à la fabrication du composant en plastique en l'amenant à une température de durcissement. « Amener à une température » signifie ici que la matière synthétique est soit portée à la température de traitement nécessaire à son durcissement, soit qu'elle est stockée à température ambiante si c'est la température à laquelle elle durcit. Le durcissement du composant peut, par conséquent, se faire à température ambiante ou par traitement thermique à la température nécessaire et fonction de la matière, au moyen d'un four ou d'un autoclave.

[0018] Après durcissement de la matière synthétique et afin de libérer l'outil de moulage, c'est-à-dire de détacher du composant en plastique réalisé la surface d'outil propre à lui conférer sa forme, l'outil de moulage est, au moins dans les segments comportant la matière thermoplastique étirée, porté à une température supérieure à la température de transition vitreuse, ce qui lui permet de se détacher du composant en plastique réalisé. De préférence ici, l'outil ou du moins le ou les segments comportant la matière thermoplastique étirée est porté à sa température de transition vitreuse, cette température étant alors maintenue pendant une durée déterminée. Il est d'ailleurs possible d'enlever l'outil de moulage ou le composant en plastique de l'outil de moulage pendant la montée en température, pendant que l'outil de moulage est encore

à la température de transition vitreuse ou après un certain temps de refroidissement. En l'espèce, l'outil de moulage d'un mode d'exécution particulier est amené à ou au-dessus de la température de transition vitreuse, mais en dessous de la température de fusion de la matière thermoplastique étirée. En particulier, l'outil de moulage est ici maintenu à ou au-dessus de la température de transition vitreuse tant qu'un certain laps de temps n'est pas écoulé. Plus précisément, l'outil de moulage est de préférence maintenu à ou au-dessus de la température de transition vitreuse tant que la matière synthétique thermoplastique étirée de l'outil de moulage n'a pas, pour l'essentiel, retrouvé sa forme initiale, non étirée.

[0019] L'étirement de la matière thermoplastique de l'outil de moulage fait que lorsqu'elle est amenée à une température supérieure à la température de transition vitreuse, elle retrouve au moins partiellement sa forme initiale. En l'occurrence, lorsque la matière thermoplastique étirée est amenée à une température supérieure à la température de transition vitreuse, elle se rétracte, de sorte que l'outil de moulage se détache du composant du seul fait qu'il est porté à une température supérieure à la température de transition vitreuse. Pour le démoulage, il suffit ainsi d'exercer sur l'outil de moulage une force de démoulage nettement plus faible pour détacher du composant réalisé l'outil de moulage et sa surface propre à conférer la forme. Idéalement, l'outil de moulage se détache complètement du composant de sorte qu'aucune force n'est nécessaire pour démouler.

[0020] Une fois l'outil de moulage détaché ou libéré du composant, la matière thermoplastique de l'outil de moulage peut être envoyée au recyclage. Ainsi peut s'instaurer, selon certains scénarios fonctionnels, un cycle vertueux tant économiquement qu'écologiquement.

[0021] Un autre avantage du procédé selon l'invention réside dans la possibilité d'utiliser, pour la fabrication de l'outil de moulage, de la matière recyclée. On s'épargne en outre un processus de traitement qui ferait appel à des consommables, à de l'énergie et à d'autres investissements d'ingénierie systèmes. Enfin, cela permet de renoncer à l'utilisation d'agents de séparation chimiques sur la surface d'outil propre à conférer la forme.

[0022] Par ailleurs, par « mise à disposition de l'outil de moulage » au sens de la présente invention, il convient également de comprendre que l'outil de moulage est ainsi conçu que sa surface propre à conférer la forme présente, au moins par segments, une matière thermoplastique étirée.

[0023] Selon un mode d'exécution particulier, il est prévu que la matière thermoplastique de l'outil de moulage mis à disposition soit choisie telle que sa température de transition vitreuse est supérieure à la température de durcissement de la matière synthétique. L'avantage en est que l'outil de moulage n'amorcera pas malencontreusement

son processus de démoulage pendant le durcissement de la matière synthétique du composant.

[0024] Selon un mode d'exécution particulier, il est prévu que le composant en plastique est un composant composite fibreux formé dans un matériau composite fibreux comportant une matière fibreuse et une matière matricielle enveloppant la matière fibreuse. Un tel matériau composite fibreux présente en l'occurrence deux composants principaux, à savoir une matière fibreuse et une matière matricielle enveloppant par complémentarité de forme la matière fibreuse à l'état durci. Ainsi les fibres de la matière fibreuse sont-elles contraintes dans leur direction prédéterminée.

[0025] Selon un mode d'exécution particulier, il est prévu que lors de l'introduction de la matière synthétique dans l'outil de moulage, on applique, sur la surface d'outil propre à conférer la forme, une matière fibreuse sèche ou une matière fibreuse pré-imprégnée avec la matière matricielle, et, si c'est une matière fibreuse sèche qui est utilisée, après l'application, la matière matricielle est infusée dans la matière fibreuse appliquée.

[0026] Si c'est une matière fibreuse sèche qui est utilisée, autrement dit si, avant l'application de la matière fibreuse à la surface d'outil propre à conférer la forme, la matière fibreuse et la matière matricielle se présentent séparément, après l'application de la matière fibreuse à la surface d'outil propre à conférer la forme, la matière matricielle est infusée dans la matière fibreuse qui se trouve dans l'outil de moulage. Un tel processus d'infusion peut, en l'occurrence, être réalisé par exemple par des procédés connus (RTM, VARTM, VARI, DP-RTM, SLI, etc.). Ainsi peut-on par exemple prévoir que la matière fibreuse sèche soit scellée hermétiquement avec mise sous vide, la matière matricielle étant alors infusée dans la matière fibreuse par l'effet du gradient de pression.

[0027] Si, en revanche, c'est une matière fibreuse pré-imprégnée (prépreg) qui est utilisée, on peut, en règle générale, se passer d'un processus d'infusion.

[0028] Par « application de la matière fibreuse à la surface d'outil propre à conférer la forme », il convient de comprendre, au sens le plus large, que la matière fibreuse est en contact direct avec la surface d'outil propre à conférer la forme. La matière fibreuse prend alors la forme de la surface d'outil propre à conférer la forme, adoptant ainsi la forme souhaitée pour le composant à fabriquer.

[0029] « L'introduction de la matière fibreuse dans l'outil de moulage » signifie ici non seulement l'application de la matière fibreuse sur la surface d'outil propre à conférer la forme, mais également, en particulier, l'introduction de la matière fibreuse dans des cavités de l'outil de moulage, par exemple pour la réalisation de contre-dépouilles, ainsi que l'enveloppement de noyaux de moule pour la fabrication de composants creux.

[0030] Pour la fabrication de la préforme à partir d'une matière fibreuse sèche ou pré-imprégnée, on peut procéder par exemple au tressage de fibres, à leur enroulement, au dépôt de matières fibreuses en feuille ainsi qu'à un dépôt manuel ou automatisé de fibres de rovings ou de rubans.

[0031] Selon un mode d'exécution particulier, il est prévu que l'outil de moulage mis à disposition soit tel qu'il présente au moins un noyau de moule, ce dernier comportant une paroi et une cavité limitée par la paroi.

[0032] Dans ce mode d'exécution, le noyau de moule est configuré de telle sorte qu'il présente une cavité limitée par une paroi, celle-ci étant de préférence intégralement formée dans une matière thermoplastique étirée. En l'occurrence, la paroi constitue la surface d'outil propre à conférer la forme, de sorte qu'à l'aide de noyaux de moule de ce type, on peut fabriquer des composants creux dans lesquels la surface intérieure est définie par la paroi du noyau de moule propre à conférer la forme.

[0033] Si, après durcissement de la matière synthétique du composant en plastique, on porte ce noyau de moule à une température supérieure à la température de transition vitreuse, par exemple en introduisant un fluide à température ad hoc dans la cavité du noyau de moule, alors la matière thermoplastique étirée du noyau de moule se rétracte et se détache, de préférence intégralement, en l'espèce, de la surface intérieure du composant en plastique réalisé. La matière thermoplastique rétractée du noyau de moule peut ensuite être extraite sans grand effort par une ouverture du composant en plastique.

[0034] Si l'on dépose par exemple une matière fibreuse sur le noyau de moule, il peut être judicieux de stabiliser ce dernier en remplissant et/ou en mettant sous pression la cavité du noyau de moule avec un médium.

[0035] Selon un mode d'exécution particulier, il est prévu que le noyau de moule soit un noyau de moule de soufflage. La réalisation du noyau de moule de soufflage peut, en l'occurrence, se faire par extrusion-soufflage (en particulier par extrusion-soufflage interne) comme par étirage-soufflage.

[0036] Selon un mode d'exécution particulier, il est prévu que l'outil de moulage mis à disposition soit tel que les chaînes polymères de la matière thermoplastique étirée qui le compose sont orientées et étirées dans deux directions spatiales.

[0037] Il s'est avéré qu'avec un étirement des chaînes polymères de la matière thermoplastique étirée dans deux directions spatiales, l'outil de moulage se détachait particulièrement bien et proprement du composant en plastique lorsqu'on le portait à une température supérieure à la température de transition vitreuse.

[0038] Selon un mode d'exécution particulier, il est prévu que la matière thermoplastique étirée soit un matériau d'acrylonitrile butadiène styrène (ABS), de polyamide (PA), de polylactide (PLA), de polyméthacrylate de méthyle (PMMA), de polycarbonate

(PC), de polytéréphtalate d'éthylène (PET), de polytéréphtalate de butylène (PBT), de polyéthylène (PE), de polypropylène (PP), de polystyrène (PS), de polyétheréthercétone (PEEK), de polychlorure de vinyle (PVC) ou de polysulfure de phénylène (PPS) ou bien présente un tel matériau ou en soit composée.

[0039] Selon un mode d'exécution particulier, il est prévu qu'entre le composant en plastique et la surface de l'outil de moulage propre à lui conférer sa forme, il ne soit pas introduit d'agent de séparation.

[0040] Un autre aspect de la présente invention consiste en un outil de moulage comportant une surface propre à conférer la forme, pour la fabrication d'un composant en plastique, en particulier d'un composant composite fibreux, la surface de l'outil de moulage propre à conférer la forme étant formée dans une matière thermoplastique étirée.

[0041] Selon un mode de réalisation particulier, il est prévu que la matière thermoplastique étirée soit un matériau d'acrylonitrile butadiène styrène (ABS), de polyamide (PA), de polylactide (PLA), de polyméthacrylate de méthyle (PMMA), de polycarbonate (PC), de polytéréphtalate d'éthylène (PET), de polytéréphtalate de butylène (PBT), de polyéthylène (PE), de polypropylène (PP), de polystyrène (PS), de polyétheréthercétone (PEEK), de polychlorure de vinyle (PVC) ou de polysulfure de phénylène (PPS) ou bien présente un tel matériau ou en soit composée.

[0042] Selon un mode de réalisation particulier, il est prévu que les chaînes polymères de la matière thermoplastique étirée de l'outil de moulage soient orientées et étirées dans deux directions spatiales.

[0043] Selon un mode de réalisation particulier, il est prévu que l'outil de moulage présente au moins un noyau de moule, ce dernier comportant une paroi et une cavité limitée par la paroi.

[0044] Selon un mode de réalisation particulier, il est prévu que le noyau de moule soit un noyau de moule de soufflage.

[0045] L'invention sera décrite plus avant à l'aide des figures annexées, données à titre d'exemples. On voit :

[0046] [Fig.1] une représentation de l'évolution du module de cisaillement sur la température pour différentes matières synthétiques thermoplastiques ;

[0047] [Fig.2] une représentation de l'évolution température-temps de l'ensemble du processus de fabrication ;

[0048] [Fig.3] une représentation schématique du démoulage d'un composant avec contre-dépouille et un outil d'un seul tenant ;

[0049] [Fig.4] une représentation schématique du démoulage d'un composant avec contre-dépouille et géométrie externe complexe ;

[0050] [Fig.5] une représentation schématique du démoulage d'un corps enroulé.

[0051] La [Fig.1] montre un diagramme pour différentes matières synthétiques thermoplastiques et l'évolution pour chacune d'elles du module de cisaillement sur la température. On voit que la déformabilité élastique linéaire des différentes matières synthétiques thermoplastiques croît fortement à partir d'une certaine température qui varie en fonction de la matière. Concernant les matières synthétiques thermoplastiques étirées, la montée en température des différentes matières synthétiques jusqu'à ou au-dessus de la température de transition vitreuse conduit à une déformation spontanée de la matière synthétique, ce qui permet d'utiliser la matière synthétique comme outil de moulage pour un démoulage facile.

[0052] La [Fig.2] montre l'évolution température-temps du processus de fabrication au cours de la fabrication d'un composant en plastique. Le processus de contrôle de la température représenté comporte en tout quatre stades de A à B, qui vont maintenant faire l'objet de brèves explications. La première valeur seuil de température T_1 caractérise ici la température de transition vitreuse de la matière synthétique thermoplastique étirée, tandis que la seconde valeur seuil de température T_2 désigne la température de fusion de la matière synthétique thermoplastique étirée.

[0053] Au premier stade A, la matière fibreuse est introduite dans l'outil de moulage et drapée sur la surface d'outil propre à conférer la forme, de sorte que la matière fibreuse accompagne la matière synthétique thermoplastique étirée de l'outil de moulage. Cette matière synthétique thermoplastique étirée constitue ici la surface d'outil propre à conférer la forme. Si l'on a utilisé une matière fibreuse sèche, alors, après son drapage, on l'infuse dans un processus d'infusion avec la matière matricielle.

[0054] À ce premier stade A, ni le composant en plastique ni l'outil de moulage ne font l'objet d'une régulation de température, de sorte que ce processus se déroule généralement à température ambiante.

[0055] À un premier stade A succède alors le deuxième stade B, dans lequel le composant, notamment, est porté à la température nécessaire pour durcir la matière synthétique du composant à fabriquer. En l'occurrence, l'outil de moulage lui aussi est porté, indirectement, à la température de durcissement de la matière synthétique, qui est par exemple une matière matricielle.

[0056] À ce deuxième stade B, la température de durcissement est ici maintenue en dessous de la température de transition vitreuse T_1 de l'outil de moulage, pour durcir la matière synthétique.

[0057] Une fois écoulé le temps nécessaire au durcissement avec maintien du niveau de température sélectionné, en fonction de la matière synthétique utilisée, la température est portée, au troisième stade C, au-dessus de la température de transition vitreuse T_1 de l'outil de moulage, mais en dessous de la température de fusion T_2, de sorte que la

matière synthétique thermoplastique étirée de l'outil de moulage, du fait de l'étirement de ses chaînes polymères, commence à se rétracter, se détachant alors du composant en plastique durci.

[0058] Ce troisième stade C est, lui aussi, maintenu à la température de prédilection entre température de transition vitreuse T_1 et température de fusion T_2, jusqu'à ce que la matière synthétique thermoplastique soit revenue à sa forme initiale, non étirée.

[0059] Après le troisième stade C, au quatrième stade D, le traitement thermique de l'outil de moulage est suspendu, de sorte que sa température retombe à la température ambiante. Avant, pendant ou après cette chute de température, l'outil de moulage peut alors être libéré ou, dit autrement, le composant en plastique réalisé démoulé.

[0060] La [Fig.3] montre, dans une représentation schématique extrêmement simplifiée, le démoulage d'un composant en plastique durci 10, qui présente une contre-dépouille. À cet effet, la matière fibreuse du composant en plastique 10 a été drapée sur un noyau de moule 20, qui peut être conçu comme noyau de moule de soufflage et présenter une cavité intérieure correspondante. D'autres parties de l'outil de moulage, pas plus que d'autres parties du composant à fabriquer, ne sont, le cas échéant, représentées.

[0061] Une fois durci, le composant en plastique 10 produit est, dans la première étape a), en contact étroit avec le noyau de moule 20. Le noyau de moule est alors porté à ou au-dessus de la température de transition vitreuse, de sorte que la matière synthétique thermoplastique qui était étirée, commence à se rétracter pour revenir à sa forme initiale, non étirée, comme on peut le voir à l'étape b).

[0062] Ensuite, dans le processus de démoulage c) qui suit, le noyau de moule 20 peut être extrait de la cavité 11 formée dans le composant en plastique 10, puisque le noyau de moule 20 est désormais plus petit que la cavité 11 du composant en plastique 10, qui avait été formée par le noyau de moule en matière synthétique thermoplastique étirée.

[0063] La [Fig.4] montre un perfectionnement du processus représenté à la [Fig.3], dans lequel, en plus du noyau de moule 20, on utilise également un outil extérieur 21 afin d'assurer au composant en plastique à fabriquer 10 une géométrie externe complexe. Le démoulage d'un outil extérieur 21 étant en règle générale plus facile, il n'est pas nécessaire que celui-ci soit, lui aussi, élaboré dans une matière synthétique thermoplastique étirée.

[0064] Lors de la première étape a), pour le dépôt fibreux et le processus de durcissement du composant en plastique 10, la cavité du noyau de moule est ici mise sous pression afin de stabiliser celui-ci. Sur un noyau de moule 20 ainsi stabilisé, la matière fibreuse se prête alors au dépôt ainsi que, le cas échéant, la matière matricielle au durcissement. Dans un outil extérieur 21 fermé, la mise sous pression interne de la cavité du noyau de moule présente en outre l'avantage de comprimer la matière fibreuse contre la

paroi interne de l'outil extérieur, ce qui permet d'obtenir, par un processus fiable, une surface de haute qualité pour le composant en plastique 10.

[0065] Après le durcissement de la matière synthétique, à l'étape b), l'outil extérieur 21 est enlevé et, comme dans la [Fig.3], le noyau de moule est porté à une température supérieure à la température de transition vitreuse, ce qui l'amène à se rétracter avant de pouvoir, à l'étape c) suivante, être extrait de la cavité 11 formée dans le composant 10.

[0066] Enfin, la [Fig.5] montre la fabrication d'un récipient ou réservoir sous pression dans laquelle, tout d'abord à l'étape a), une matière fibreuse 12 quasiment sans fin est déposée sur un noyau de moule 20. Le dépôt de la matière fibreuse 12 peut, en l'occurrence, se faire par un processus classique d'enroulement ou de tressage. Dans l'exemple d'exécution de la [Fig.5], ceci est réalisé en tournant le noyau de moule 20 et son propre axe.

[0067] Après durcissement du matériau enroulé autour du noyau de moule 20, ce dernier est porté à ou au-dessus de sa température de transition vitreuse, de sorte qu'il commence à se rétracter et peut ainsi être extrait de l'intérieur du composant 10 réalisé.

Liste des références

[0068] 10 Composant en plastique

[0069] 11 Cavité du composant

[0070] 12 Matière fibreuse

[0071] 20 Outil de moulage / Noyau de moule

[0072] 21 Outil extérieur

[0073] T_1 Température de transition vitreuse

[0074] T_2 Température de fusion

Revendications

[Revendication 1] Procédé de fabrication d'un composant en plastique (10) réalisé à partir d'une matière synthétique au moyen d'un outil de moulage (20) présentant une surface d'outil propre à lui conférer sa forme, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- mise à disposition de l'outil de moulage (20) dont la surface d'outil propre à conférer la forme est formée, au moins par segments, dans une matière thermoplastique étirée,
- introduction de la matière synthétique destinée à la fabrication du composant en plastique (10), dans l'outil de moulage (20) de sorte que la matière synthétique soit en contact par segments avec la matière thermoplastique étirée,
- production du composant en plastique (10) par durcissement de la matière synthétique, la matière synthétique introduite dans l'outil de moulage (20) étant amenée à une température de durcissement, et
- démoulage du composant en plastique (10) produit, au moins le segment qui comporte la matière thermoplastique étirée étant amené à ou au-dessus de la température de transition vitreuse (T_1), ce qui permet alors à l'outil de moulage (20) de se détacher du composant en plastique (10) produit.

[Revendication 2] Procédé conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que la matière thermoplastique de l'outil de moulage mis à disposition (20) est choisie telle que sa température de transition vitreuse (T_1) est supérieure à la température de durcissement de la matière synthétique.

[Revendication 3] Procédé conforme à l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le composant en plastique (10) est un composant composite fibreux formé dans un matériau composite fibreux présentant une matière fibreuse (12) et une matière matricielle enveloppant la matière fibreuse (12).

[Revendication 4] Procédé conforme à la revendication 3, caractérisé en ce que lors de l'introduction de la matière synthétique dans l'outil de moulage (20), on applique sur la surface d'outil propre à conférer la forme une matière fibreuse (12) sèche ou une matière fibreuse (12) pré-imprégnée avec la matière matricielle, et, si c'est une matière

fibreuse (12) sèche qui est utilisée, après l'application, la matière matricielle est infusée dans la matière fibreuse (12) appliquée.

[Revendication 5] Procédé conforme à l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'outil de moulage (20) mis à disposition est tel qu'il présente au moins un noyau de moule (20), ce dernier comportant une paroi et une cavité limitée par la paroi.

[Revendication 6] Procédé conforme à la revendication 5, caractérisé en ce que le noyau de moule (20) est un noyau de moule de soufflage.

[Revendication 7] Procédé conforme à l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'outil de moulage (20) mis à disposition est tel que les chaînes polymères de la matière thermoplastique étirée de l'outil de moulage (20) sont orientées et étirées dans deux directions spatiales.

[Revendication 8] Procédé conforme à l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la matière thermoplastique étirée est un matériau d'acrylonitrile butadiène styrène (ABS), de polyamide (PA), de polylactide (PLA), de polyméthacrylate de méthyle (PMMA), de polycarbonate (PC), de polytéréphtalate d'éthylène (PET), de polytéréphtalate de butylène (PBT), de polyéthylène (PE), de polypropylène (PP), de polystyrène (PS), de polyétheréthercétone (PEEK), de polychlorure de vinyle (PVC) ou de polysulfure de phénylène (PPS) ou bien présente un tel matériau ou en est composée.

[Revendication 9] Procédé conforme à l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'entre le composant en plastique (10) et la surface de l'outil de moulage (20) propre à lui conférer sa forme, il n'est pas introduit d'agent de séparation.

[Revendication 10] Outil de moulage (20) comportant une surface propre à conférer la forme pour la fabrication d'un composant en plastique (10), la surface de l'outil (20) propre à conférer la forme étant formée dans une matière thermoplastique étirée.

[Revendication 11] Outil de moulage (20) conforme à la revendication 10, caractérisé en ce que la matière thermoplastique étirée est un matériau d'acrylonitrile butadiène styrène (ABS), de polyamide (PA), de polylactide (PLA), de polyméthacrylate de méthyle (PMMA), de polycarbonate (PC), de polytéréphtalate d'éthylène (PET), de polytéréphtalate de butylène (PBT), de polyéthylène (PE), de polypropylène (PP), de polystyrène (PS), de polyétheréthercétone (PEEK), de polychlorure de vinyle (PVC) ou de polysulfure

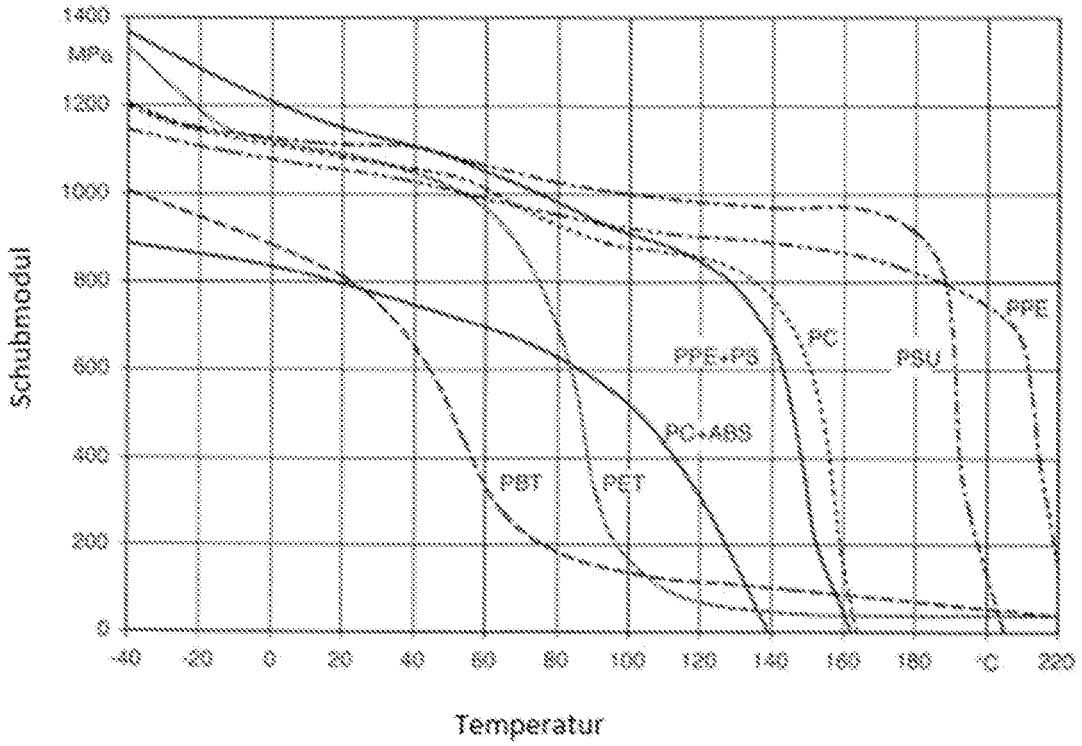
de phénylène (PPS) ou bien présente un tel matériau ou en est composée.

[Revendication 12] Outil de moulage (20) conforme à l'une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce que les chaînes polymères de la matière thermoplastique étirée de l'outil de moulage (20) sont orientées et étirées dans deux directions spatiales.

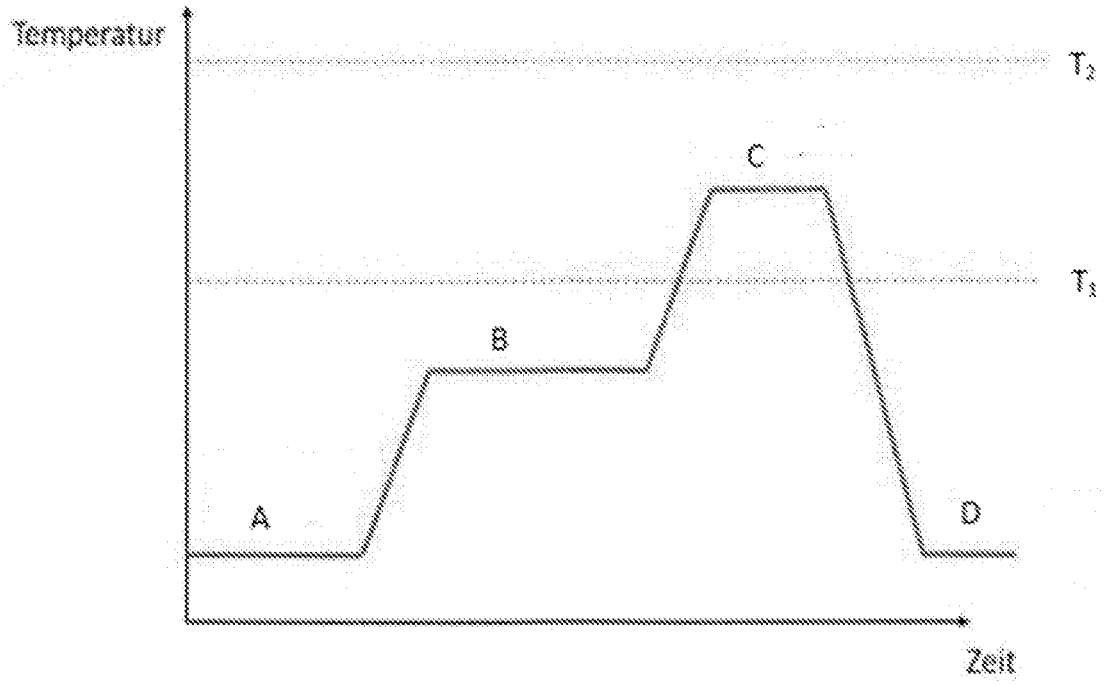
[Revendication 13] Outil de moulage (20) conforme à l'une des revendications 10 à 12, caractérisé en ce qu'il présente au moins un noyau de moule (20), ce dernier comportant une paroi et une cavité limitée par la paroi.

[Revendication 14] Outil de moulage (20) conforme à la revendication 13, caractérisé en ce que le noyau de moule (20) est un noyau de moule de soufflage.

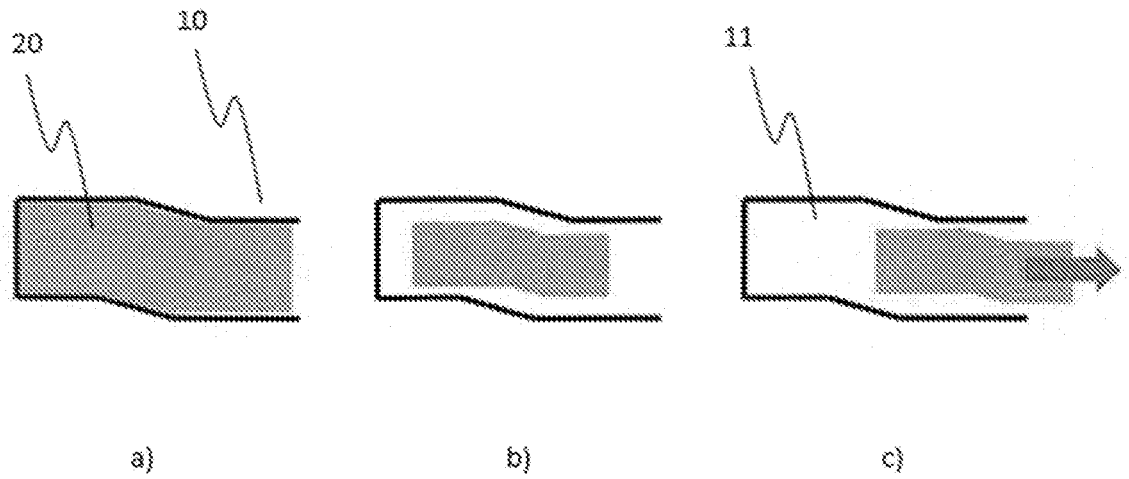
[Fig. 1]


Schubmodul
MPa
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
-40
-20
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
°C
200
Temperatur
PTFE+PS
PC
PSU
PFE
PC+ABS
PBT
PET

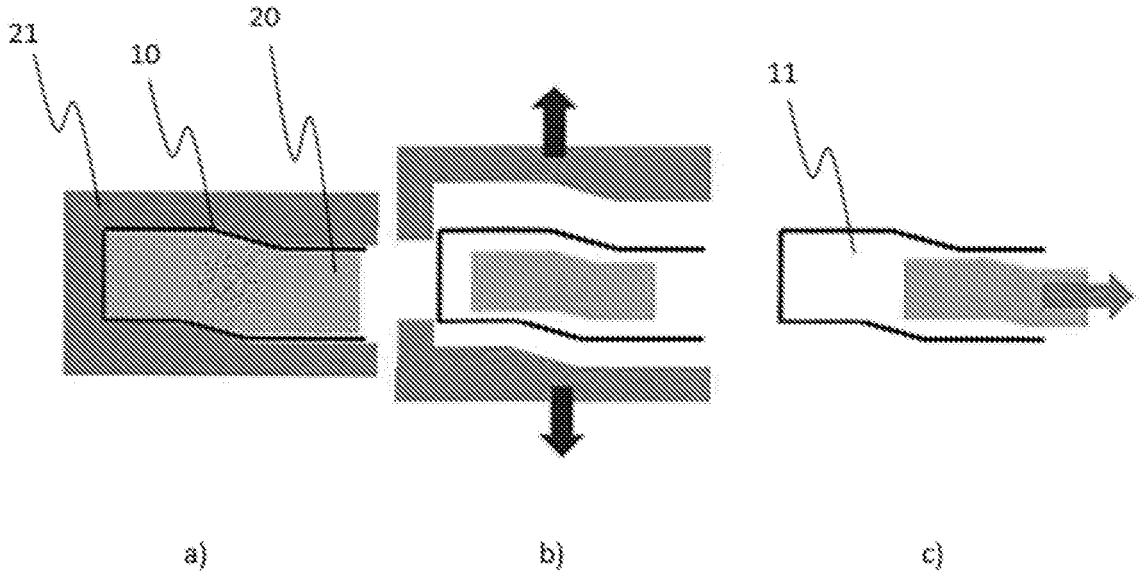
[Fig. 2]


Temperatur
T2
T1
A
B
C
D
Zeit

[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]

