

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017年3月9日 (09.03.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/035947 A1

- (51) 国际专利分类号:
B29C 59/02 (2006.01) *B81C 1/00* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/093750
- (22) 国际申请日: 2015年11月4日 (04.11.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510552556.6 2015年9月1日 (01.09.2015) CN
- (71) 申请人: 北京化工大学 (BEIJING UNIVERSITY OF CHEMICAL TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区北三环东路15号, Beijing 100029 (CN)。
- (72) 发明人: 吴大鸣 (WU, Daming); 中国北京市朝阳区北三环东路15号, Beijing 100029 (CN)。 刘颖 (LIU, Ying); 中国北京市朝阳区北三环东路15号, Beijing 100029 (CN)。 郑秀婷 (ZHENG, Xiuting); 中国北京市朝阳区北三环东路15号, Beijing 100029 (CN)。 杨振洲 (YANG, Zhenzhou); 中国北京市朝

阳区北三环东路15号, Beijing 100029 (CN)。 许红 (XU, Hong); 中国北京市朝阳区北三环东路15号, Beijing 100029 (CN)。 赵中里 (ZHAO, Zhongli); 中国北京市朝阳区北三环东路15号, Beijing 100029 (CN)。 孙靖尧 (SUN, Jingyao); 中国北京市朝阳区北三环东路15号, Beijing 100029 (CN)。 敬鹏生 (JING, Pengsheng); 中国北京市朝阳区北三环东路15号, Beijing 100029 (CN)。

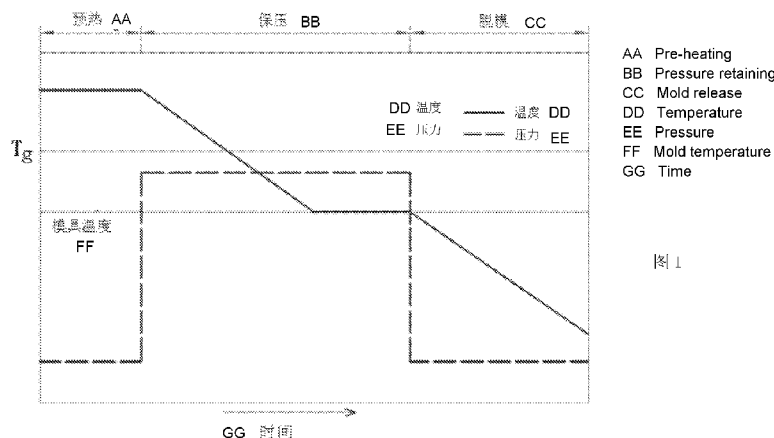
(74) 代理人: 北京科亿知识产权代理事务所(普通合伙) (BEIJING KEYI INTELLECTUAL PROPERTY FIRM); 中国北京市海淀区蓟门里和景园1-2-502号, Beijing 100088 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,

[见续页]

(54) Title: FAST CONSTANT-TEMPERATURE FLAT HOT-EMBOSSING PROCESS FOR FORMING POLYMER MICRO-STRUCTURE

(54) 发明名称: 一种快速聚合物微结构等温平板热压印工艺



(57) Abstract: Provided is a fast constant-temperature flat hot-embossing process for forming a polymer microstructure. A micro-structure mold is used to perform hot-embossing on a polymer substrate at a temperature 5°C-20°C below a glass transition temperature (T_g) of an amorphous polymer to be hot-embossed, or at a temperature 10°C-50°C below a crystalline melting point (T_m) of a crystalline polymer to be hot-embossed. After the hot-embossing has been completed, the mold is directly released when the temperature thereof remains unchanged, thereby obtaining a polymer device having a surface microstructure. The process employs plastic deformation at a temperature near a glass transition temperature (T_g) or a temperature below a crystalline melting point (T_m) of a polymer in a solid state to perform microstructure formation. The mold maintains a constant temperature during the hot-embossing process so that a time consuming problem caused by repeated heating and cooling processes can be prevented, thereby realizing a fast flat hot-embossing process for forming a microstructure. Moreover, the plastic deformation is performed at a strain yield stage by controlling temperatures, thereby preventing the plastic deformation from being performed at a strain hardening stage, and ensuring a higher reproduction rate of the microstructure.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/035947 A1



RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

- 关于发明人身份(细则 4.17(i))
- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则 4.17(ii))
- 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则 4.17(iii))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种快速聚合物微结构等温平板热压印工艺, 微结构的模具在温度为热压印的无定型型聚合物玻璃化转变温度 T_g 以下 $5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或者在温度为热压印的结晶型聚合物的结晶熔点 T_m 以下 $10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下, 对聚合物基片进行热压印, 在热压印结束后, 保持模具温度不变的情况下直接脱模, 得到表面具有微结构的聚合物器件。该工艺通过利用聚合物固态下玻璃化转变温度 (T_g) 附近或结晶熔点 (T_m) 以下的塑性变形进行微结构成型, 热压印过程中保持模具温度恒定避免反复加热冷却造成的耗时, 以此实现微结构平板热压印的快速完成; 并通过温度控制使其塑性变形在应变流动阶段进行, 避免塑性变形进入应变硬化阶段, 保证微结构有较高的复制率。

一种快速聚合物微结构等温平板热压印工艺

技术领域

本发明涉及一种平板热压印的工艺方法，具体涉及一种利用聚合物固态下的塑性变形进行成型的快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，属于微纳制造技术领域。本申请是以专利申请号为 2015105525566、申请日为 2015 年 9 月 1 日的中国发明专利为基础的。

背景技术

具有微纳结构的聚合物器件在精密光学、生物医疗等领域有重要的应用，近些年来，聚合物微纳结构器件的研究快速发展，聚合物微结构在微技术领域存在着相当大的潜在市场。

热压印技术是制备聚合物微纳结构器件的主要工艺方法之一，其具有微纳结构复制率高、成型精度高的特点。1995 年，美国普林斯顿大学的 Chou S. Y. 等人首次提出高温下压印固态聚合物的方法，并在聚合物基片上制造出特征尺寸为 25nm 和 100nm 的沟槽。热压印过程分为五步：(1)将聚合物基片放在模具与衬板之间；(2)在一定的压力条件下，将模具和聚合物片材加热到合适的压印温度；(3)持续对模具施加压力进行压印，此过程需保证聚合物充分填充到微结构模腔中；(4)在脱模前将模具和聚合物降温到 T_g 以下，使压印得到的微结构定型同时防止最后脱模时聚合物粘附模具；(5)脱模，得到表面带有微纳结构的聚合物片材制品，完成压印过程。

CN200410052383.3 公开一种热压印方法，该方法包括提供一基底和一具有预定图案的压模；将压模与基底在真空腔室内对准；通入小分子物质蒸汽；加热压模与基底至基底的玻璃化温度之上，并施压；之后，将压模与基底冷却，最后将压模与基底分离，从而完成压印工艺。该发明通过通入小分子物质蒸汽以降低压模与基底界面间的吸附能，实现微纳米图形结构的转移。

CN201210168800.5 公开一种飞艇蒙皮用 TPU 薄膜减阻微沟槽的热压印制备方法，制备方法为：一、制备表面具有“V”型沟槽结构的 Al 制模板；二、清洗模板并涂覆脱模剂；三、用无水乙醇超声清洗 TPU 薄膜；四、在温度为 130~135℃、压力为 50~70N 的条件下，压印 15~20min，停止加热，保压 2~2.5h，完成减阻微沟槽的热压印制备。

以上专利都对传统的热压方法进行改进，使操作更简单、成本更低廉。但是仍采用了非等温热压印工艺，即在每一个压印周期内，压印模具都要需经过先加热后冷却的非等温热压印。制备过程中模具需要反复的加热冷却，导致耗时严重，延长了平板热压印的周期；另外脱模时由于冷却不足导致脱模容易出现脱模缺陷。这些缺点是平板热压印技术尚未解决的技术难题。

因此，针对现有技术不足，提供一种快速聚合物微结构等温平板热压印工艺以克服现有技术不足甚为必要。

发明内容

本发明针对现有技术存在的问题，提供一种快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，通过利用聚合物在玻璃化转变温度 T_g 附近（对无定型聚合物）或结晶熔点 T_m 以下（对结晶型聚合物）的塑性变形进行微结构成型，热压印过程中保持模具温度恒定避免现有技术中对模具反复加热冷却造成的耗时，以此实现微结构平板热压印的快速完成；并通过温度控制使其塑性变形在应变流动阶段进行，避免塑性变形进入应变硬化阶段，保证微结构有较高的复制率。

为了解决上述问题，本发明所采用的技术方案是：

提供一种快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，微结构的模具在温度为待热压印的无定型型聚合物玻璃化转变温度 T_g 以下 $5^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 或者在温度为待热压印的结晶型聚合物的结晶熔点 T_m 以下 $10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的条件下，对聚合物基片进行热压印，在热压印结束后，保持模具温度不变的情况下直接脱模，得到表面具有微结构的聚合物器件。

优选的，聚合物基片为无定型时，还包括对聚合物基片进行预热操作，具体是将聚合物基片预热到其玻璃化转变温度 T_g 以上 $5^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 以后再进行热压印。

进一步的，对聚合物基片预热操作使聚合物基片的受压表面温度分布均匀。

进一步的，模具的温度设置为聚合物基片不粘附模具的最高温度。

进一步的，热压印的压力为 $2\sim 10\text{Mpa}$ ，时间为 $5\text{s}\sim 30\text{s}$ 。

进一步的，无定型聚合物包括但不限于 PMMA、PC、PS 或者 PVC 材质，聚合物基片可为厚度 0.01mm 至 2.00mm 的薄板、薄片或者薄膜。

另一优选的，聚合物基片为结晶型时，模具直接对常温至聚合物结晶熔点以下的结晶型聚合物基片进行热压印。

进一步的，模具的温度设置为聚合物基片不粘附模具的最高温度，并在整个压印过程保持温度恒定。

进一步的，热压印的压力为 $2\sim 10\text{Mpa}$ ，时间为 $5\text{s}\sim 30\text{s}$ 。

进一步的，结晶型聚合物包括但不限于 PP、PE 或者 PET 材质，聚合物基片可为厚度 0.01mm 至 2.00mm 的薄板、薄片或者薄膜。

本发明的一种快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，微结构模具在温度为热压印的无定型聚合物玻璃化转变温度 T_g 以下 $5^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 或者在温度为热压印的结晶型聚合物的结晶熔点 T_m 以下 $10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的条件下，对聚合物基片进行热压印，在热压印结束后，保持

模具温度不变的情况下直接脱模，得到表面具有微结构的聚合物器件。

本发明相对于现有技术的有益效果是：

(1) 简化了平板热压印工艺，避免了现有技术中平板热压印工艺需要反复加热冷却造成的耗时耗能缺陷，显著缩短了平板热压印周期，实现了快速平板热压印，且操作简便，易实现大规模工业化生产。

(2) 通过温度控制使聚合物微结构成型过程主要利用聚合物固态下的塑性变形，整个成型过程更加可控，微结构成型精度高、整体一致性好；

(3) 本工艺较传统热压印工艺的温度低，解决了因聚合物与模具热收缩率不同造成的脱模的缺陷，同时有利于减低耗能。

附图说明

图1为本发明中适用于无定型聚合物的温度压力控制工艺曲线；

图2为本发明中适用于结晶型聚合物的温度压力控制工艺曲线。

具体实施方式

下面通过实施例对本发明做进一步详细说明，这些实施例仅用来说明本发明，并不限制本发明的范围。

实施例 1。

一种快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，聚合物基片为无定型，具体通过如下步骤进行。

(1) 预热，对聚合物基片进行预热操作，具体是将聚合物基片预热到其玻璃化转变温度 T_g 以上 5°C ~ 20°C 以后再进行热压印，预热操作确保聚合物基片的受压表面温度分布均匀。

(2) 热压印，微结构的模具在温度为待热压印的无定型聚合物玻璃化转变温度 T_g 以下 5°C ~ 20°C 的条件下，对聚合物基片进行热压印，热压印的压力为 $2\sim 10\text{Mpa}$ ，时间为 $5\text{s}\sim 30\text{s}$ 。图 1 是本发明快速聚合物微结构等温平板热压印工艺适用于无定型聚合物的温度压力控制工艺曲线。

(3) 脱模，在热压印结束后，保持模具温度不变的情况下直接脱模，得到表面具有微结构的聚合物器件。

本发明的工艺是在保持模具温度恒定的条件下对聚合物基片进行热压印，热压印过程包括压印、保压和脱模过程。

需要说明的是，无定型聚合物包括但不限于PMMA、PC、PS或者PVC材质，聚合物基片可为厚度 0.01mm 至 2.00mm 的薄板、薄片或者薄膜。

本发明的工艺方法通过利用聚合物固态下玻璃化转变温度 (T_g) 附近的塑性变形进行微结构成型, 热压印过程中保持模具温度恒定避免反复加热冷却造成的耗时, 以此实现微结构平板热压印的快速完成; 并通过温度控制使其塑性变形在应变流动阶段进行, 避免塑性变形进入应变硬化阶段, 保证微结构有较高的复制率。

本发明的工艺方法通过控制模具温度使聚合物微结构成型过程主要利用聚合物固态下的塑性变形, 整个成型过程更加可控, 微结构成型精度高、整体一致性好, 该工艺方法所采用的热压印工艺较传统工艺温度低, 避免了现有技术中因聚合物与模具热收缩率不同造成的脱模的缺陷, 同时有利于减低耗能。

该工艺方法简化了平板热压印工艺, 避免了现有技术中平板热压印工艺需要反复加热冷却造成的耗时耗能缺陷, 显著缩短了平板热压印周期, 实现了快速平板热压印, 且操作简便, 易实现大规模工业化生产。

实施例 2。

一种快速聚合物微结构等温平板热压印工艺, 聚合物基片为结晶型, 具体通过如下步骤进行。

微结构的模具在温度为待热压印的结晶型聚合物的结晶熔点 T_m 以下 $10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的条件下, 直接对常温至结晶熔点以下温度的结晶型聚合物基片进行热压印, 在热压印结束后, 保持模具温度不变的情况下直接脱模, 得到表面具有微结构的聚合物器件。热压印的压力为 $2\sim 10\text{Mpa}$, 时间为 $5\text{s}\sim 30\text{s}$, 图 2 是本发明快速聚合物微结构等温平板热压印工艺适用于结晶型聚合物的温度压力控制工艺曲线。

需要说明的是, 结晶型聚合物包括但不限于 PP、PE 或者 PET 材质, 聚合物基片可为厚度 0.01mm 至 2.00mm 的薄板、薄片或者薄膜。

本发明的工艺方法通过利用聚合物固态下结晶熔点 (T_m) 附近的塑性变形进行微结构成型, 热压印过程中保持模具温度恒定避免反复加热冷却造成的耗时, 以此实现微结构平板热压印的快速完成; 并通过温度控制使其塑性变形在应变流动阶段进行, 避免塑性变形进入应变硬化阶段, 保证微结构有较高的复制率。

本发明的工艺方法通过控制模具温度使聚合物微结构成型过程主要利用聚合物固态下的塑性变形, 整个成型过程更加可控, 微结构成型精度高、整体一致性好, 该工艺方法所采用的热压印工艺较传统工艺温度低, 避免了现有技术中因聚合物与模具热收缩率不同造成的脱模的缺陷, 同时有利于减低耗能。

该工艺方法简化了平板热压印工艺, 避免了现有技术中平板热压印工艺需要反复加热冷却造成的耗时耗能缺陷, 显著缩短了平板热压印周期, 实现了快速平板热压印, 且操作简便,

易实现大规模工业化生产。

实施例3。

本实施例提供以 PMMA（聚甲基丙烯酸甲酯 Polymethylmethacrylate）为基材的快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，无定型聚合物 PMMA 基材的玻璃化转变温度 T_g 为 105°C 。所采用微结构的模具表面为特征尺寸为 $50\ \mu\text{m}$ 的 V-Cut 结构。

该快速聚合物微结构等温平板热压印工艺包括以下步骤：

（1）预热：将 PMMA 基片预热到 110°C ，预热过程中控制使聚合物基片的受压表面的温度呈均匀分布；

（2）压印：使微结构的模具温度保持 100°C ，确保平板状模具表面温度分布均匀，平板状模具对预热好的聚合物基片进行热压印，压印压力为 4Mpa ，压印时间为 15s ；

（3）脱模：热压印完成后，使模具温度保持不变，直接脱模，得到表面具有 V-Cut 微结构的聚合物器件。

本发明的工艺方法通过利用聚合物固态下玻璃化转变温度（ T_g ）附近的塑性变形进行微结构成型，热压印过程中保持模具温度恒定避免反复加热冷却造成的耗时，以此实现微结构平板热压印的快速完成；并通过温度控制使其塑性变形在应变流动阶段进行，避免塑性变形进入应变硬化阶段，保证微结构有较高的复制率。

本发明的工艺方法通过控制模具温度使聚合物微结构成型过程主要利用聚合物固态下的塑性变形，整个成型过程更加可控，微结构成型精度高、整体一致性好，该工艺方法所采用的热压印工艺较传统工艺温度低，避免了现有技术中因聚合物与模具热收缩率不同造成的脱模的缺陷，同时有利于减低耗能。

该工艺方法简化了平板热压印工艺，避免了现有技术中平板热压印工艺需要反复加热冷却造成的耗时耗能缺陷，显著缩短了平板热压印周期，实现了快速平板热压印，且操作简便，易实现大规模工业化生产。

实施例 4。

本实施例提供以 PP（聚丙烯）为基材的快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，结晶型聚合物 PP 基材的结晶熔点 T_m 为 160°C ，所采用微结构的模具表面为特征尺寸 $50\ \mu\text{m}$ 的 V-Cut 结构。

该快速聚合物微结构等温平板热压印工艺包括以下步骤：

（1）压印：平板模具温度设置 115°C ，模具直接对常温的 PP 基材进行热压印，压印压力为 5Mpa ，压印时间为 20s ；

（2）脱模：热压印完成后，模具温度保持不变，直接脱模，得到表面具有 V-Cut 微结构

的聚合物器件。

本发明的工艺方法通过利用聚合物固态下结晶熔点 (T_m) 附近的塑性变形进行微结构成型, 热压印过程中保持模具温度恒定避免反复加热冷却造成的耗时, 以此实现微结构平板热压印的快速完成; 并通过温度控制使其塑性变形在应变流动阶段进行, 避免塑性变形进入应变硬化阶段, 保证微结构有较高的复制率。

本发明的工艺方法通过控制模具温度使聚合物微结构成型过程主要利用聚合物固态下的塑性变形, 整个成型过程更加可控, 微结构成型精度高、整体一致性好, 该工艺方法所采用的热压印工艺较传统工艺温度低, 避免了现有技术中因聚合物与模具热收缩率不同造成的脱模的缺陷, 同时有利于减低耗能。

该工艺方法简化了平板热压印工艺, 避免了现有技术中平板热压印工艺需要反复加热冷却造成的耗时耗能缺陷, 显著缩短了平板热压印周期, 实现了快速平板热压印, 且操作简便, 易实现大规模工业化生产。

实施例 5。

本实施例提供以 PVC (聚氯乙烯) 为基材的快速聚合物微结构等温平板热压印工艺, 无定型聚合物 PVC 基材的玻璃化转变温度 T_g 为 80°C 。所采用微结构的模具表面为特征尺寸为 $50\ \mu\text{m}$ 的 V-Cut 结构。

该快速聚合物微结构等温平板热压印工艺包括以下步骤:

- (1) 预热: 将 PVC 基片预热到 90°C , 预热过程保证聚合物受压表面温度分布均匀;
- (2) 压印: 微结构模具温度设置为 70°C , 保证平板模具表面温度分布均匀, 平板模具对预热好的聚合物基片进行微压印, 压印压力为 $8\ \text{Mpa}$, 压印时间为 $10\ \text{s}$;
- (3) 脱模: 热压印完成后, 模具温度保持不变, 直接脱模, 得到表面具有 V-Cut 微结构的聚合物器件。

本发明的工艺方法通过利用聚合物固态下玻璃化转变温度 (T_g) 附近的塑性变形进行微结构成型, 热压印过程中保持模具温度恒定避免反复加热冷却造成的耗时, 以此实现微结构平板热压印的快速完成; 并通过温度控制使其塑性变形在应变流动阶段进行, 避免塑性变形进入应变硬化阶段, 保证微结构有较高的复制率。

本发明的工艺方法通过控制模具温度使聚合物微结构成型过程主要利用聚合物固态下的塑性变形, 整个成型过程更加可控, 微结构成型精度高、整体一致性好, 该工艺方法所采用的热压印工艺较传统工艺温度低, 避免了现有技术中因聚合物与模具热收缩率不同造成的脱模的缺陷, 同时有利于减低耗能。

该工艺方法简化了平板热压印工艺, 避免了现有技术中平板热压印工艺需要反复加热冷

却造成的耗时耗能缺陷，显著缩短了平板热压印周期，实现了快速平板热压印，且操作简便，易实现大规模工业化生产。

实施例 6。

本实施例提供以 PE（聚乙烯）为基材的快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，结晶型聚合物 PE 基材的结晶熔点 T_m 为 127°C ，所采用微结构的模具表面为特征尺寸 $50\text{ }\mu\text{m}$ 的 V-Cut 结构。

该快速聚合物微结构等温平板热压印工艺包括以下步骤：

（1）压印：平板模具温度设置 110°C ，模具直接对常温的 PE 基材进行热压印，压印压力为 7 Mpa ，压印时间为 11 s ；

（2）脱模：热压印完成后，模具温度保持不变，直接脱模，得到表面具有 V-Cut 微结构的聚合物器件。

本发明的工艺方法通过利用聚合物固态下结晶熔点（ T_m ）附近的塑性变形进行微结构成型，热压印过程中保持模具温度恒定避免反复加热冷却造成的耗时，以此实现微结构平板热压印的快速完成；并通过温度控制使其塑性变形在应变流动阶段进行，避免塑性变形进入应变硬化阶段，保证微结构有较高的复制率。

本发明的工艺方法通过控制模具温度使聚合物微结构成型过程主要利用聚合物固态下的塑性变形，整个成型过程更加可控，微结构成型精度高、整体一致性好，该工艺方法所采用的热压印工艺较传统工艺温度低，避免了现有技术中因聚合物与模具热收缩率不同造成的脱模的缺陷，同时有利于减低耗能。

该工艺方法简化了平板热压印工艺，避免了现有技术中平板热压印工艺需要反复加热冷却造成的耗时耗能缺陷，显著缩短了平板热压印周期，实现了快速平板热压印，且操作简便，易实现大规模工业化生产。

最后应当说明的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对本发明保护范围的限制，尽管参照较佳实施例对本发明作了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换，而不脱离本发明技术方案的实质和范围。

工业实用性

本发明的快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，实现了快速平板热压印，且操作简便，易实现大规模工业化生产。

权 利 要 求 书

1.一种快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，其特征在于：

微结构的模具在温度为待热压印的无定型型聚合物玻璃化转变温度 T_g 以下 $5^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 或者在温度为待热压印的结晶型聚合物的结晶熔点 T_m 以下 $10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的条件下，在保持模具温度恒定的条件下对聚合物基片进行热压印，所述热压印过程包括压印、保压和脱模过程。

2.根据权利要求1所述的快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，其特征在于：

聚合物基片为无定型型时，还包括对聚合物基片进行预热操作，具体是将聚合物基片预热到其玻璃化转变温度 T_g 以上 $5^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 以后再进行热压印。

3.根据权利要求2所述的快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，其特征在于：

对聚合物基片预热操作使聚合物基片的受压表面温度分布均匀。

4.根据权利要求3所述的快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，其特征在于：

模具的温度设置为聚合物基片不粘附模具的最高温度。

5.根据权利要求4所述的快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，其特征在于：

热压印的压力为 $2\sim 10\text{Mpa}$ ，时间为 $5\text{s}\sim 30\text{s}$ 。

6.根据权利要求5所述的快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，其特征在于：

无定型型聚合物包括PMMA、PC、PS或者PVC材质，聚合物基片为厚度 0.01mm 至 2.00mm 的薄板、薄片或者薄膜。

7.根据权利要求1所述的快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，其特征在于：

聚合物基片为结晶型时，模具直接对温度为常温至结晶熔点以下温度的结晶型聚合物基片进行热压印。

8.根据权利要求7所述的快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，其特征在于：

模具的温度设置为聚合物基片不粘附为模具的最高温度，并在整个压印过程保持温度恒定。

9.根据权利要求8所述的快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，其特征在于：

热压印的压力为 $2\sim 10\text{Mpa}$ ，时间为 $5\text{s}\sim 30\text{s}$ 。

10.根据权利要求9所述的快速聚合物微结构等温平板热压印工艺，其特征在于：

结晶型聚合物包括PP、PE或者PET材质，聚合物基片为厚度 0.01mm 至 2.00mm 的薄板、薄片或者薄膜。

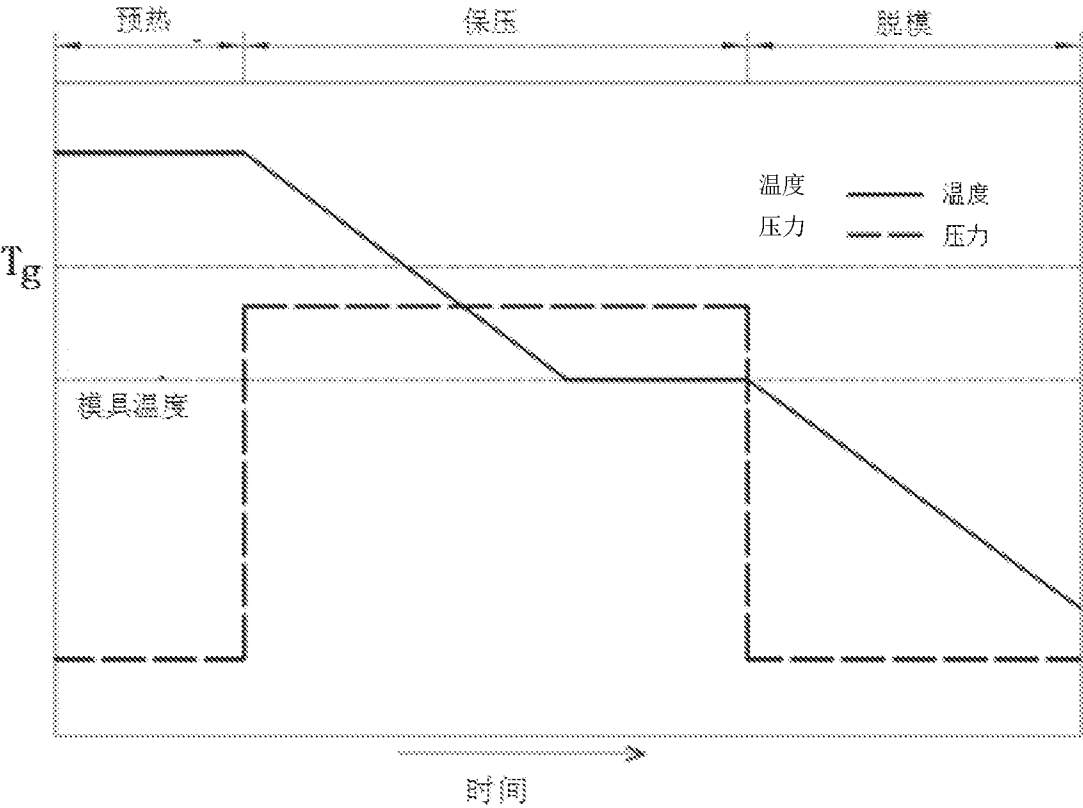


图 1

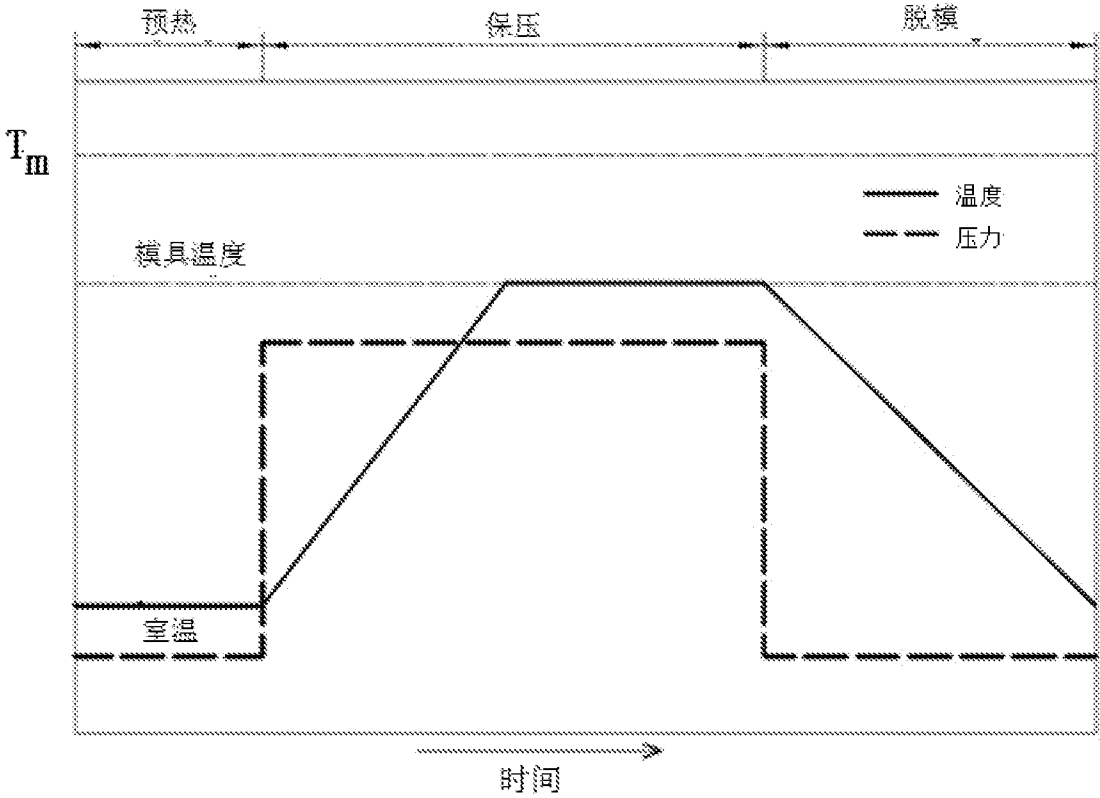


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/093750

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C 59/02 (2006.01) i; B81C 1/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B29C 59; B81C 1

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNKI, CNAPT: isothermal, heat, emboss+, microstructure, temperature, lower, below, stamp+, demold+, glass transition, melting

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2014039894 A1 (UNIVERSITY COLORADO) 13 March 2014 (13.03.2014) claims 17 and 18, description, page 3, lines 15-34, page 30, line 23 to page 31, line 8	1-10
Y	CN 103624992 A (UNIVERSITY BEIJING CHEM TECHNOLOGY) 12 March 2014 (12.03.2014), claims 5-10, description, paragraphs [0041] to [0051]	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 19 May 2016	Date of mailing of the international search report 06 June 2016
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer CHEN, Xiujuan Telephone No. (86-10) 62085042

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/093750

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2014039894 A1	13 March 2014	CN 104918686 A	16 September 2015
		KR 20150053960 A	19 May 2015
		EP 2892638 A1	15 July 2015
		US 2015238908 A1	27 August 2015
		IN 201502794 P1	04 September 2015
CN 103624992 A	12 March 2014	None	

A. 主题的分类 B29C 59/02 (2006.01) i; B81C 1/00 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类											
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) B29C59; B81C1 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) WPI, EPDOC, CNKI, CNPAT: 微结构, 压印, 平板, 模具, 压花, 等温, 恒温, 熔点, 玻璃化转变温度, 脱模, isothermal, heat, emboss+, microstructure, temperature, lower, below, stamp+, demold+, glass transition, melting											
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2014039894 A1 (UNIV COLORADO) 2014年 3月 13日 (2014 - 03 - 13) 权利要求17-18, 说明书第3页第15-34行, 第30页第23行至第31页第8行</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 103624992 A (北京化工大学) 2014年 3月 12日 (2014 - 03 - 12) 权利要求5-10, 说明书第[0041]-[0051]段</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	WO 2014039894 A1 (UNIV COLORADO) 2014年 3月 13日 (2014 - 03 - 13) 权利要求17-18, 说明书第3页第15-34行, 第30页第23行至第31页第8行	1-10	Y	CN 103624992 A (北京化工大学) 2014年 3月 12日 (2014 - 03 - 12) 权利要求5-10, 说明书第[0041]-[0051]段	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求									
Y	WO 2014039894 A1 (UNIV COLORADO) 2014年 3月 13日 (2014 - 03 - 13) 权利要求17-18, 说明书第3页第15-34行, 第30页第23行至第31页第8行	1-10									
Y	CN 103624992 A (北京化工大学) 2014年 3月 12日 (2014 - 03 - 12) 权利要求5-10, 说明书第[0041]-[0051]段	1-10									
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。											
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件											
国际检索实际完成的日期 2016年 5月 19日		国际检索报告邮寄日期 2016年 6月 6日									
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451		授权官员 陈秀娟 电话号码 (86-10) 62085042									

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/093750

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
WO	2014039894	A1	2014年 3月 13日	CN	104918686	A	2015年 9月 16日
				KR	20150053960	A	2015年 5月 19日
				EP	2892638	A1	2015年 7月 15日
				US	2015238908	A1	2015年 8月 27日
				IN	201502794	P1	2015年 9月 4日
CN	103624992	A	2014年 3月 12日	无			