

(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
2014 年 1 月 30 日 (30.01.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/015545 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 41/09 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2012/080143

(22) 国际申请日: 2012 年 8 月 15 日 (15.08.2012)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201210260297.6 2012 年 7 月 25 日 (25.07.2012) CN

(71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **中国科学技术大学 (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA)** [CN/CN]; 中国安徽省合肥市包河区金寨路 96 号, Anhui 230026 (CN)。

(72) 发明人: 及

(75) 发明人/申请人 (仅对美国): **陆轻铀 (LU, Qingyou)** [CN/CN]; 中国安徽省合肥市包河区金寨路 96 号, Anhui 230026 (CN)。 **王琦 (WANG, Qi)** [CN/CN]; 中

国安徽省合肥市包河区金寨路 96 号, Anhui 230026 (CN)。

(74) 代理人: **中科专利商标代理有限责任公司 (CHINA SCIENCE PATENT & TRADEMARK AGENT LTD.)**; 中国北京市海淀区西三环北路 87 号国际财经中心 D 座 11 层, Beijing 100089 (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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,

[见续页]

(54) Title: ROBUST THREE-FRICTION-FORCE STEPPER DRIVEN BY TWO PIEZOELECTRIC BODIES SIDE BY SIDE

(54) 发明名称: 坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器

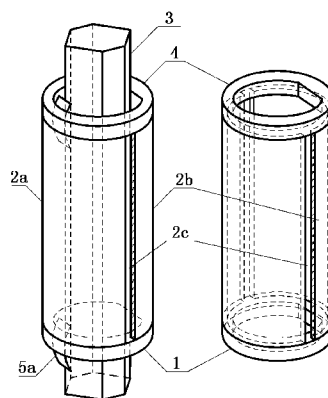


图 2 / FIG. 2

(57) Abstract: Disclosed is a robust three-friction-force stepper driven by two piezoelectric bodies side by side, the stepper comprising two piezoelectric bodies (2a, 2b), a base (1), and a slide rod (3), wherein the two piezoelectric bodies (2a, 2b) are arranged in parallel in a stretching direction and fixedly stand on the base (1) side by side to form a double piezoelectric body structure. In addition, the stepper further comprises a bridging piece (4), wherein the left and right ends of the bridging piece (4) are respectively fixed to free ends of the two piezoelectric bodies (2a, 2b); the slide rod (3) is arranged to be in sliding fit with the two piezoelectric bodies (2a, 2b) in the stretching direction; positive pressures for pressing the slide rod (3) to the left and right ends of the bridging piece (4) and a positive pressure for pressing the slide rod (3) to the base (1) are arranged in the direction perpendicular to the stretching direction of the two piezoelectric bodies (2a, 2b); and among maximum static friction forces to the slide rod (3) generated by the three positive pressures, any maximum static friction force is smaller than the sum of the other two maximum static friction forces. The present invention has small dimensions, high rigidity, can easily satisfy the friction force condition and optimal friction force condition, and is suitable for the application in a coarse approximation motor of a high-sensitivity atomic resolution scanning probe microscope in extreme conditions.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2014/015545 A1



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, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器, 包括两个压电体 (2a、2b)、基座 (1)、滑杆 (3), 该两压电体 (2a、2b) 按伸缩方向平行设置并排地固定站立于基座 (1) 上, 构成双压电体结构。且该步进器还包括搭桥片 (4), 该搭桥片 (4) 的左右两端分别固定于该两压电体 (2a、2b) 的自由端, 设置与两压电体 (2a、2b) 在其伸缩方向上为滑动配合的滑杆 (3), 在垂直于两压电体 (2a、2b) 伸缩方向上设置将滑杆 (3) 与该搭桥片 (4) 的左右两端相压的正压力以及将滑杆 (3) 与基座 (1) 相压的正压力, 在这三个正压力对滑杆 (3) 产生的最大静摩擦力中, 任一个最大静摩擦力小于其它两个最大静摩擦力之和。该发明尺寸小、刚性强、摩擦力条件和最佳摩擦力条件容易得到满足, 适于作为极端条件和高灵敏原子分辨率扫描探针显微镜的粗逼近马达应用。

坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器

技术领域

本发明涉及一种压电步进器，特别涉及一种坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器，属于压电定位器技术领域。

5

背景技术

压电步进器是一种能够把每一步产生的微观小压电位移累加成一个宏观大位移的压电定位器，可同时拥有纳米级定位精度、厘米级大行程，从而成为现今精密测量、纳米器件加工、原子/分子操纵、乃至亚原子结构成像的有力定位工具。其现今的发展趋势是高刚性、大推力、和小型化。

我们以前提出了一种“双压电体并排推动的三摩擦力步进器”（发明专利授权号：ZL200910116492.X）是朝着这方面推进的一个典型代表。其技术特征为：包括两个压电体、基座、滑杆，其特征是所述两压电体按伸缩方向平行设置并排地固定站立于基座上，设置与两压电体在其伸缩方向上为滑动配合的滑杆，在垂直于两压电体伸缩方向上设置将滑杆与两压电体自由端相压的正压力以及将滑杆与基座相压的正压力，在这三个正压力对滑杆产生的最大静摩擦力中，任一个最大静摩擦力小于其它两个最大静摩擦力之和。此即为双压电体并排推动的三摩擦力步进器工作的“摩擦力关系”。该步进器在所述三个正压力对滑杆产生的最大静摩擦力都相等时（称为“最佳摩擦力关系”），能给出最大推力。

该步进器的一个重要缺点是：坚固性差（即：刚性差），因为两压电体的自由端相互独立、不固定，导致整体结构松散，在原子分辨率成像的应用中易受外振动干扰，成像质量低，对隔振、隔声等的要求增加。这特别影响其在强磁场、强电场、变温变压等极端条件与恶劣条件下的应用。此外，由于所述两压电体的自由端要承载一定的正压力，而自由端又无依靠，故两压电体也要承受一些有损害性的横向（垂直于压电伸

缩方向)应力。为此,本发明提出如下技术方案:(1)在两压电体自由端之间固定搭桥片,把两自由端相互拉住,但又不显著减少两自由端沿两压电体伸缩方向的自由性;(2)在此基础上,两压电体本身甚至也可以一体地围合起来固定站立于环形基座上,构成无缝管形双压电体结构,使坚固性、集成性大大提高。这些做法的合法性不是显而易见的,特别是完全一体的无缝管形双压电体结构看上去与原有技术中的双压电体结构已截然不同,虽然使得其坚固性大大增强,达到最强,但是其完全一体的结构也很容易被人认为两压电体相互牵扯严重,能极大程度地阻止两压电体的独立伸缩,导致步进器不工作。我们也是在多次实验的基础上,才揭示了这种担心没有必要。

发明内容

(一)要解决的技术问题

本发明所要解决的技术问题是现有双压电体并排推动的三摩擦力步进器坚固性差的问题,从而提供一种坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器。

(二)技术方案

为解决上述技术问题,本发明提出一种坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器,包括两个压电体、基座、滑杆,所述两压电体按伸缩方向平行设置并排地固定站立于基座上,构成双压电体结构,且该步进器还包括搭桥片,该搭桥片的左右两端分别固定于所述两压电体的自由端,设置与两压电体在其伸缩方向上为滑动配合的滑杆,在垂直于两压电体伸缩方向上设置将滑杆与所述搭桥片的左右两端相压的正压力以及将滑杆与基座相压的正压力,在这三个正压力对滑杆产生的最大静摩擦力中,任一个最大静摩擦力小于其它两个最大静摩擦力之和。

根据本发明的一种具体实施方式,所述滑杆通过滑杆弹性和/或基座弹性和/或增设弹性体与基座弹性相压,所述滑杆通过滑杆弹性和/或两

压电体弹性和/或增设弹性体与所述搭桥片的左右两端弹性相压。

根据本发明的一种具体实施方式，所述两压电体皆呈沿管形体中轴线剖开的半管形状，它们围合起来固定站立于环形基座上，构成双缝管形双压电体结构。

- 5 根据本发明的一种具体实施方式，所述滑杆置于所述双缝管形双压电体结构之内并且穿过分别位于其两端的基座和搭桥片或者所述滑杆为管形并把所述双缝管形双压电体结构连同基座和搭桥片套于其内，在滑杆与双缝管形双压电体结构之间设置弹簧片，该弹簧片和滑杆之间的弹性相压为点接触或线接触，该弹簧片将滑杆的一端与基座相压，将滑杆的另一端与搭桥片的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。

根据本发明的一种具体实施方式，在所述弹簧片设置于基座和滑杆之间，该弹簧片和滑杆之间的弹性相压为点接触或线接触，该弹簧片在垂直于两压电体伸缩方向上将滑杆的一端与基座相压，并将滑杆的另一端与搭桥片的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。

- 15 根据本发明的一种具体实施方式，在所述滑杆置于所述双压电体结构之外，所述弹簧片设置于双压电体结构和滑杆之间，该弹簧片和滑杆之间的弹性相压为点接触或线接触，该弹簧片在垂直于两压电体伸缩方向上将滑杆的一端与基座相压，并将滑杆的另一端与搭桥片的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。

- 20 根据本发明的一种具体实施方式，所述两压电体皆呈沿管形体中轴线剖开的半管形状，它们一体地围合起来固定站立于环形基座上，构成无缝管形双压电体结构。

- 25 根据本发明的一种具体实施方式，所述滑杆置于所述无缝管形双压电体结构之内并且穿过分别位于其两端的基座和搭桥片，在滑杆与无缝管形双压电体结构的内壁之间设置弹簧片，该弹簧片将滑杆的一端与基座相压，将滑杆的另一端与搭桥片的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。

根据本发明的一种具体实施方式，所述滑杆为管形并套于所述无缝管形双压电体结构之外，在滑杆内壁与无缝管形双压电体结构的外壁之

间设置弹簧片，该弹簧片将滑杆的一端与基座相压，将滑杆的另一端与搭桥片的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。

根据本发明的一种具体实施方式，所述弹簧片产生弹力的位置处于基座与垫片之间更靠近垫片的地方。

5

（三）有益效果

本发明的重要有益效果是：增加了搭桥片，在不显著影响性能的情况下，大大增加了现有双压电体并排推动的三摩擦力步进器的坚固性，特别是：无缝压电管型的双压电体并排推动的三摩擦力步进器更是把双压电体结构的坚固性也提高了，且提高到了极致。而弹簧片侧压自配合的技术方案不仅能使得步进器工作摩擦力关系、甚至最佳摩擦力关系得到自动满足，更可在双压电体结构为管形时，基座与垫片可与滑杆自动产生4点刚性接触，从而进一步增强刚性。这些都有助于提升其在抵抗外振动和声音干扰，获得高品质的原子分辨率成像等方面的应用，特别是有助于提升其在强磁场、强电场、变温变压等极端条件与恶劣条件下的高品质原子分辨率成像方面的应用。

附图说明

图1是本发明基本的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器的结构示意图。

图2是本发明有缝管形坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器的结构示意图。

图3是本发明弹簧片侧压有缝管形坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器的结构示意图。

图4是本发明弹簧片侧压且弹簧片设置于基座和滑杆之间的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器的结构示意图。

图5是本发明弹簧片侧压且弹簧片设置于双压电体结构和滑杆之间的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器的结构示意图。

图 6 是本发明无缝管形坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器的结构示意图。

图 7 是本发明弹簧片侧压无缝管形坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器的结构示意图。

- 5 图中标号：1 基座、2a 两压电体之一、2b 两压电体之二、2c 两压电体之间的缝隙、2d 两压电体之间的电极绝缘缝、3 滑杆、4 搭桥片、5a 弹簧片、5b 点接触或线接触、5c 侧弹簧片的弹力方向与位置。

具体实施方式

- 10 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，并参照附图，对本发明作进一步的详细说明。

本发明坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器的工作原理为：

- 15 坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器，包括两个压电体、基座、滑杆，所述两压电体按伸缩方向平行设置并排地固定站立于基座上，构成双压电体结构。且该步进器还包括搭桥片，该搭桥片的左右两端分别固定于所述两压电体的自由端，设置与两压电体在其伸缩方向上为滑动配合的滑杆，在垂直于两压电体伸缩方向上设置将滑杆与所述搭桥片的左右两端相压的正压力以及将滑杆与基座相压的正压力，在这三个正压力对滑杆产生的最大静摩擦力中，任一个最大静摩擦力小于其它两个最大静摩擦力之和。由于与两压电体自由端相固定的是搭桥片的分开的两个部分：搭桥片的左右两端，所以，这种固定法在压电体伸缩方向的刚性小，对压电体伸缩的阻碍力与压电体的伸缩力相比可以忽略，从而既增加了步进器的坚固性，又不显著影响性能（包括推力）。

- 25 更重要的是，我们的实验发现，即使把两压电体做成一个无缝的压电管，其中每个压电体为半片压电管，两者合起来为一个完整的无缝压电管，上述坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器依然能够很好地工作；这样的步进器结构的坚固性已达到了最高。其工作原理是：一体化的两压电体依然能够独立地伸缩，只是在两压电体伸缩状态不同时

(即：一个伸长，另一个收缩)，该无缝压电管会倾斜，所以步进器是通过无缝压电管的摇摆运动实现两压电体的独立伸缩运动，从而使步进器行走的。我们实际上也在高分辨的显微镜下观测到了步进器行走时无缝压电管的摇摆运动，证明了我们的分析是对的，其工作原理是合理、可行的。这一方案与原理并不是显而易见的，因为完全一体的压电管与原有技术的两压电体分开的、独立可控的双压电体并排推动的三摩擦力步进器已完全面目全非，看不出有何联系了，甚至让人担心两压电体完全的一体化是否会导致它们相互牵扯并阻止对方独立伸缩，导致步进器不能工作。这充分体现了本发明的重要性。

此外，本发明还提出了重要的弹簧片侧压自配合的技术方案以实现摩擦力关系、甚至最佳摩擦力关系的自动满足：

(1) 所述滑杆置于所述双缝（或无缝）管形双压电体结构之内并且穿过分别位于其两端的基座和搭桥片，在滑杆外壁与双缝管形双压电体结构的内壁之间设置弹簧片，该弹簧片将滑杆的一端与基座相压，将滑杆的另一端与搭桥片的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。特别地，当弹簧片侧向弹力的作用点处于管形双压电体结构的两端（分别为基座端和压电体自由端）之间且距离基座远于距离另一端（自由端）的地方，且摩擦系数都相同时，即可保证摩擦力关系自动满足，步进器可工作。特别是当侧向弹力的作用点距离基座端为管形双压电体结构长度（即：自由端到基座端的距离）的 $2/3$ 的地方，即可保证自动满足最佳摩擦力关系。与此相类似，所述滑杆与双缝（或无缝）管形双压电体结构之间也可以内外对调（管形的滑杆把管形双压电体结构套于其内，弹簧片置于滑杆内壁和管形双压电体结构外壁之间）。此方案的优点是：

(I) 通过从侧面植入仅仅一弹簧片，即可保证摩擦力关系，甚至最佳摩擦力关系，得到自动满足；(II) 只在侧面插入了一小片薄弹簧片（几乎不增加任何空间），几乎实现了双压电体并排推动的三摩擦力步进器所能实现出来的最小结构了，满足小型化要求；(III) 刚性强：滑杆被压在高刚性的双压电体结构两端，是十分牢固的结构，特别是，如果双压电体结构为管形（双缝或无缝），而滑杆以一对平行的棱与其两端的环

状搭桥片和环状基座相压，则可自动产生四点刚性相压，这是两件东西压在一起能产生的最多接触点的情形（通常只能产生三点接触，因为三点决定一个平面，第四点往往是悬浮的），所以刚性很强。（2）对于非管形的双压电体结构，可将所述弹簧片设置于基座和滑杆之间，该弹簧片和滑杆之间的弹性相压为点接触或线接触，该弹簧片在垂直于两压电体伸缩方向上将滑杆的一端与基座相压，并将滑杆的另一端与搭桥片的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力；（3）对于非管形的双压电体结构，也可将所述滑杆置于所述双压电体结构之外，所述弹簧片设置于双压电体结构和滑杆之间，该弹簧片和滑杆之间的弹性相压为点接触或线接触，该弹簧片在垂直于两压电体伸缩方向上将滑杆的一端与基座相压，并将滑杆的另一端与搭桥片的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。后两种弹簧片侧压自配合方案的工作原理及其优点类似于第一种（管形双压电体结构）弹簧片侧压自配合方案的工作原理及其优点。

实施例 1：基本的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器

参见附图 1，基本型坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器，包括两个压电体 2a、2b、基座 1、滑杆 3，所述两压电体 2a、2b 按伸缩方向平行设置并排地固定站立于基座 1 上，构成双压电体结构，其特征是还包括搭桥片 4，该搭桥片的左右两端分别固定于所述两压电体 2a、2b 的自由端，设置与两压电体 2a、2b 在其伸缩方向上为滑动配合的滑杆 3，在垂直于两压电体伸缩方向上设置将滑杆 3 与所述搭桥片 4 的左右两端相压的正压力以及将滑杆 3 与基座 1 相压的正压力，在这三个正压力对滑杆 3 产生的最大静摩擦力中，任一个最大静摩擦力小于其它两个最大静摩擦力之和。

由于与两压电体自由端相固定的是搭桥片 4 的分的两个部分：搭桥片的左右两端，所以，这种固定法在压电体伸缩方向的刚性小，对压电体伸缩的阻碍力与压电体的伸缩力相比可以忽略，从而既增加了步进器的坚固性，又不显著影响性能（包括推力），这就实现了本发明的目的。

实施例 2：弹力型坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器

在上述实施例中，所述滑杆 3 通过滑杆弹性和/或基座弹性和/或增设弹性体 5a 与基座 1 弹性相压，所述滑杆 3 通过滑杆弹性和/或两压电体弹性和/或增设弹性体 5a 与所述搭桥片 4 的左右两端弹性相压，以实现在垂直于两压电体伸缩方向上设置将滑杆 3 与所述搭桥片 4 的左右两端相压的正压力以及将滑杆 3 与基座 1 相压的正压力，并使得在这三个正压力对滑杆 3 产生的最大静摩擦力中，任一个最大静摩擦力小于其它两个最大静摩擦力之和。

实施例 3：双缝管形双压电体结构的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器

在上述实施例中，所述两压电体 2a、2b 皆呈沿管形体中轴线剖开的半管形状，它们围合起来固定站立于环形基座 1 上，构成双缝管形双压电体结构。

实施例 4：弹簧片侧压双缝管形双压电体结构的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器

在上述实施例中，或者所述滑杆 3 置于所述双缝管形双压电体结构之内并且穿过分别位于其两端的基座 1 和搭桥片 4 或者所述滑杆 3 为管形并把所述双缝管形双压电体结构连同基座 1 和搭桥片 4 套于其内，在滑杆 3 与双缝管形双压电体结构之间设置弹簧片 5a，该弹簧片 5a 和滑杆 3 之间的弹性相压为点接触或线接触，该弹簧片 5a 将滑杆 3 的一端与基座 1 相压，将滑杆 3 的另一端与搭桥片 4 的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。

实施例 5：弹簧片设置于基座和滑杆之间的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器

在上述实施例中，所述弹簧片 5a 设置于基座 1 和滑杆 3 之间，该弹簧片 5a 和滑杆 3 之间的弹性相压为点接触或线接触，该弹簧片 5a 在垂直于两压电体伸缩方向上将滑杆的一端与基座 1 相压，并将滑杆 3 的另一端与搭桥片 4 的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。

实施例 6：弹簧片设置于双压电体结构和滑杆之间的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器

在上述实施例中，所述滑杆 3 置于所述双压电体结构之外，所述弹簧片设置于双压电体结构和滑杆 3 之间，该弹簧片 5a 和滑杆 3 之间的弹性相压为点接触或线接触，该弹簧片 5a 在垂直于两压电体伸缩方向上将滑杆 3 的一端与基座 1 相压，并将滑杆 3 的另一端与搭桥片 4 的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。

实施例 7：弹簧片侧压内置滑杆的无缝管形双压电体结构的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器

在上述实施例中，所述两压电体 2a、2b 皆呈沿管形体中轴线剖开的半管形状，它们一体地围合起来固定站立于环形基座 1 上，构成无缝管形双压电体结构。

实施例 8：无缝管形双压电体结构的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器

在上述实施例中，所述滑杆 3 置于所述无缝管形双压电体结构之内并且穿过分别位于其两端的基座 1 和搭桥片 4，在滑杆 3 与无缝管形双压电体结构的内壁之间设置弹簧片 5a，该弹簧片 5a 将滑杆 3 的一端与基座 1 相压，将滑杆 3 的另一端与搭桥片 4 的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。

实施例 9：弹簧片侧压外套滑杆的无缝管形双压电体结构的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器

在上述实施例中，所述滑杆 3 为管形并套于所述无缝管形双压电体结构之外，在滑杆 3 内壁与无缝管形双压电体结构的外壁之间设置弹簧片 5a，该弹簧片 5a 将滑杆 3 的一端与基座 1 相压，将滑杆 3 的另一端与搭桥片 4 的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。

实施例 10：摩擦力关系自满足的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器

在上述实施例中，其特征是所述弹簧片 5a 产生弹力的位置处于基座与垫片之间更靠近垫片 4 的地方。

以上所述的具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施例

而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权利要求

1、一种坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器，包括两个压电体、一个基座和一个滑杆，所述两个压电体按伸缩方向平行设置，并且并排地固定站立于所述基座上，构成一个双压电体结构，其特征在于，
5 所述步进器还包括一个搭桥片，该所述搭桥片的左右两端分别固定于所述两个压电体的自由端，所述滑杆设置成与所述两个压电体在其伸缩方向上滑动配合，在垂直于所述两个压电体的伸缩方向上施加有将所述滑杆与所述搭桥片的左右两端相压的正压力以及将滑杆与基座相压的正压力，在所述三个正压力对所述滑杆产生的最大静摩擦力中，任一个最大静摩擦力均小于其他两个最大静摩擦力之和。
10

2、根据权利要求 1 所述的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器，其特征在于，所述滑杆通过滑杆弹性和/或基座弹性和/或增设弹性体与基座弹性相压，所述滑杆通过滑杆弹性和/或两压电体弹性和/或增设弹性体与所述搭桥片的左右两端弹性相压。

15 3、根据权利要求 1 所述的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器，其特征在于，所述两压电体皆呈沿一管形体的中轴线剖开的半管形状，它们围合起来固定站立于呈环形的所述基座上，构成一种双缝管形的双压电体结构。

4、根据权利要求 3 所述的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器，其特征在于，所述滑杆置于所述双缝管形双压电体结构之内并且穿过分别位于其两端的基座和搭桥片，或者，所述滑杆为管形并把所述双缝管形的双压电体结构连同基座和搭桥片一起套于其内，在所述滑杆与所述双缝管形双压电体结构之间设置一弹簧片，该弹簧片和所述滑杆之间的弹性相压处为点接触或线接触，该弹簧片将所述滑杆的一端与所
20 述基座相压，将该滑杆的另一端与所述搭桥片的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。
25

5、根据权利要求 1 所述的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器，其特征在于，一弹簧片设置于所述基座和所述滑杆之间，该弹簧

片 and 所述滑杆之间的弹性相压处为点接触或线接触，该弹簧片在垂直于两压电体伸缩方向上 will 所述滑杆的一端与基座相压，并将滑杆的另一端与所述搭桥片的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。

5 6、根据权利要求 1 所述的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器，其特征在于，在所述滑杆置于所述双压电体结构之外时，一弹簧片设置于所述双压电体结构和所述滑杆之间，该弹簧片和所述滑杆之间的弹性相压处为点接触或线接触，该弹簧片在垂直于两压电体伸缩方向上 will 所述滑杆的一端与基座相压，并将该滑杆的另一端与所述搭桥片的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。

10 7、根据权利要求 1 所述的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器，其特征在于，所述两压电体皆呈沿一管形体的中轴线剖开的半管形状，它们一体地围合起来固定站立于环形基座上，构成一种无缝管形的双压电体结构。

15 8、根据权利要求 7 所述的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器，其特征在于，所述滑杆置于所述无缝管形双压电体结构之内，并且穿过分别位于其两端的所述基座和所述搭桥片，在滑杆与所述无缝管形双压电体结构的内壁之间设置一弹簧片，该弹簧片将所述滑杆的一端与所述基座相压，将所述滑杆的另一端与所述搭桥片的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。

20 9、根据权利要求 7 所述的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器，其特征在于，所述滑杆为管形并套于所述无缝管形双压电体结构之外，在滑杆内壁与无缝管形双压电体结构的外壁之间设置一弹簧片，该弹簧片将滑杆的一端与基座相压，将滑杆的另一端与搭桥片的左右两端分别相压，构成所述的三个正压力。

25 10、根据权利要求 4 或 5 或 6 或 8 或 9 所述的坚固型双压电体并排推动的三摩擦力步进器，其特征在于，所述弹簧片产生弹力的位置处于基座与垫片之间更靠近垫片的地方。

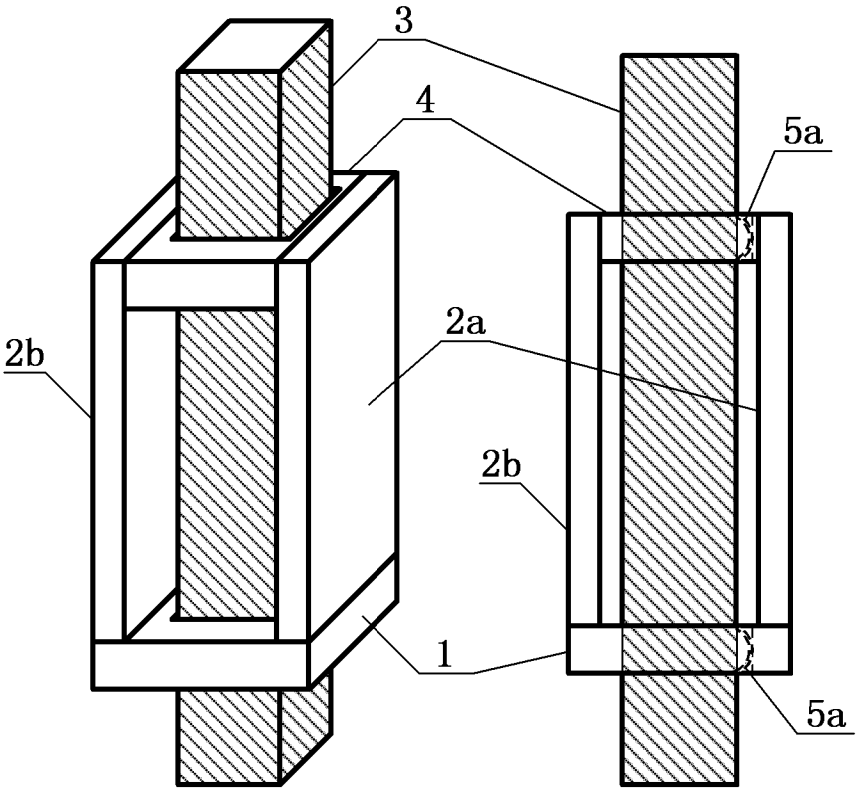


图 1

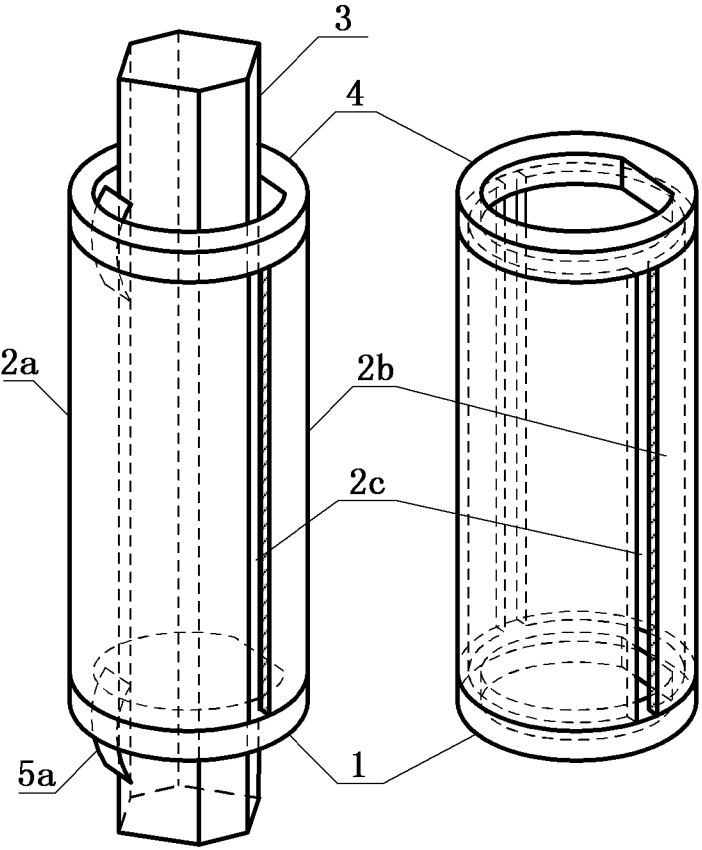


图 2

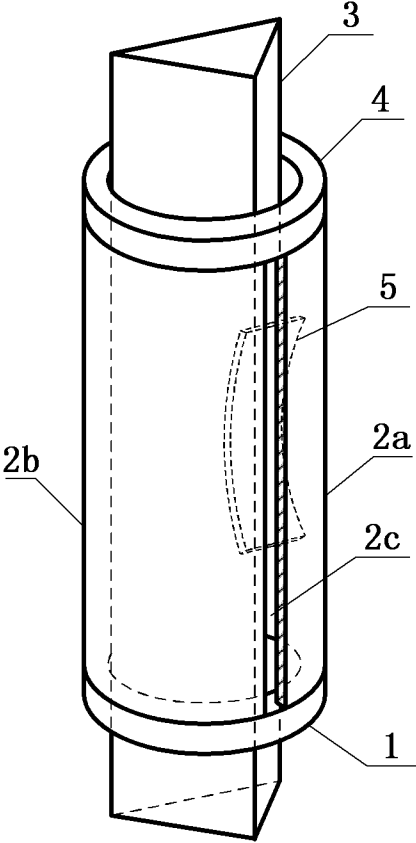


图 3

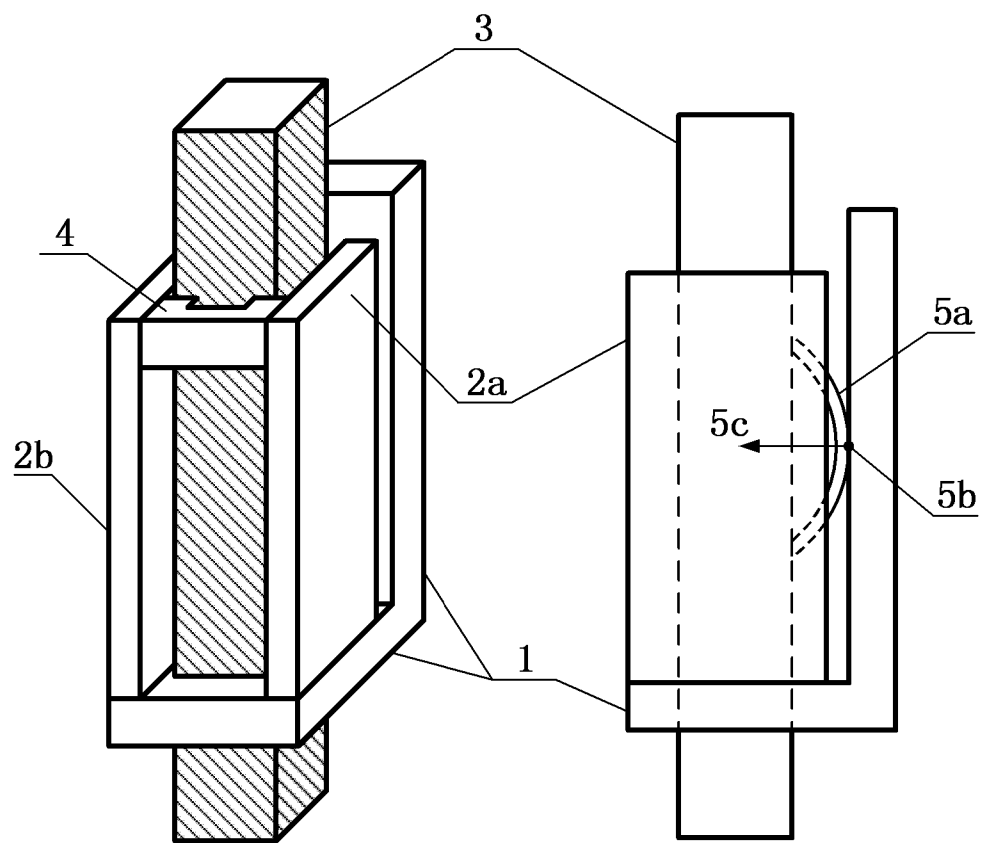


图 4

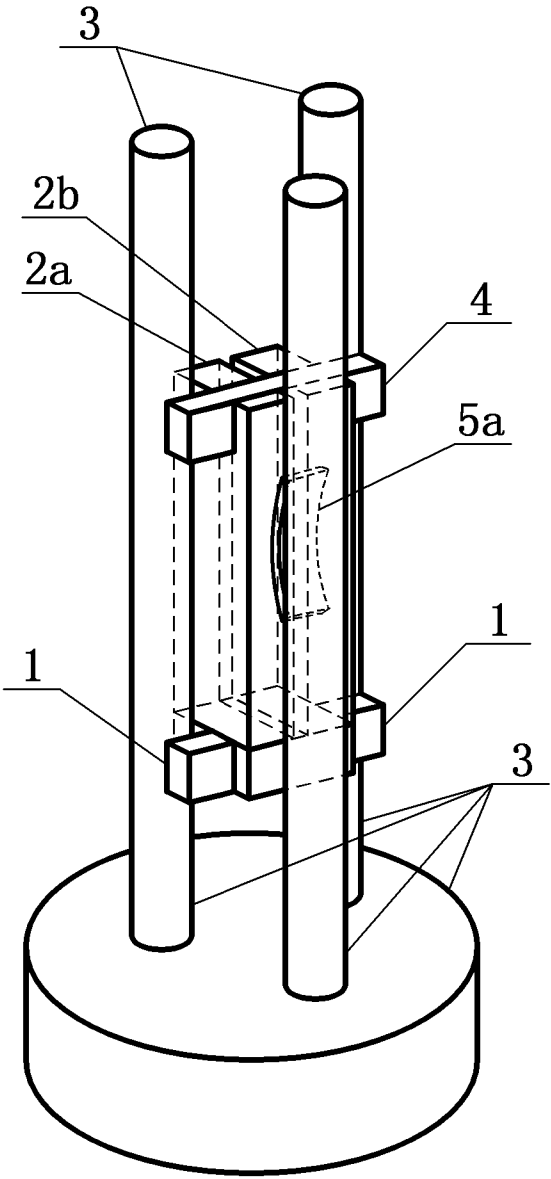


图 5

6/7

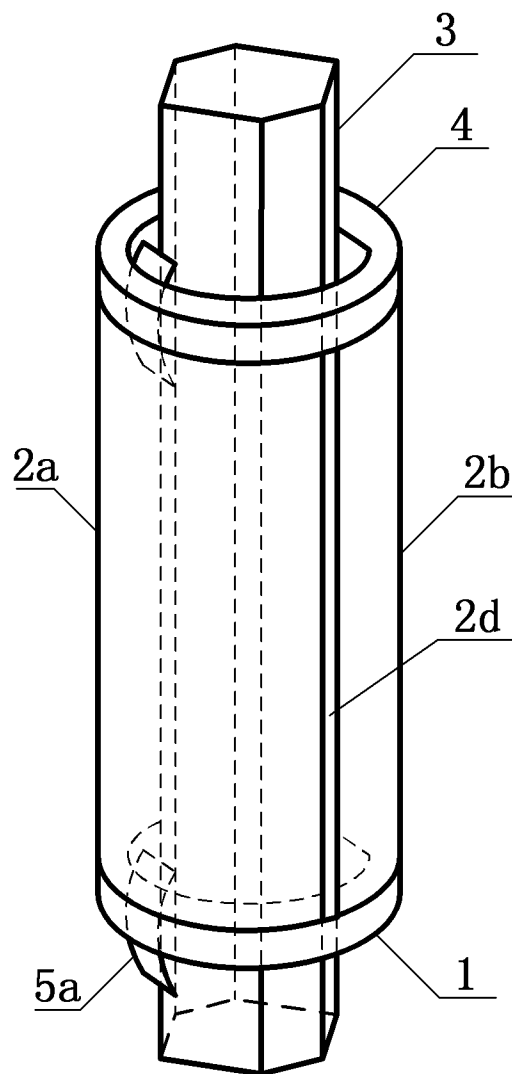


图 6

7/7

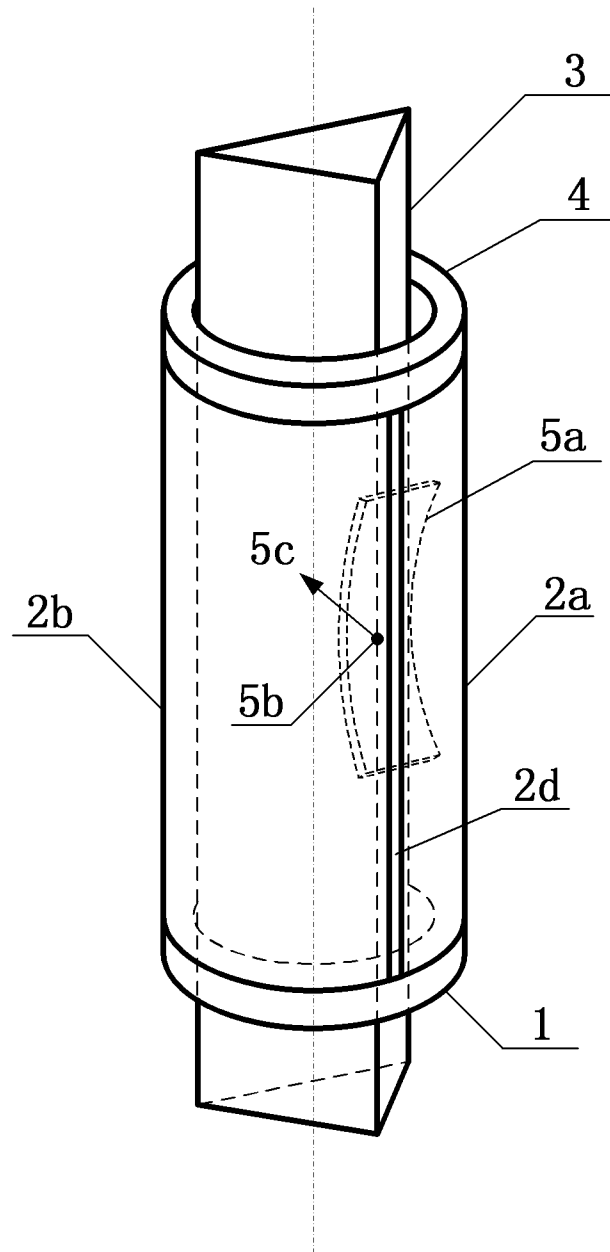


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/080143**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H01L 41/09 (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)

IPC: H01L, G01N, G12B, G01Q

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)

CNABS, VEN, ISI, GOOGLE: positioning, piezoelectric+, piezo-electric+, piezo?electric+, motor, step+, driven, mov+, substrate, base, PRESS, force, bridg+, slid+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101521195 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA), 02 September 2009 (02.09.2009), the whole document	1-10
A	CN 101521197 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA), 02 September 2009 (02.09.2009), the whole document	1-10
A	JP 2003111454 A (ASMO CO., LTD.), 11 April 2003 (11.04.2003), the whole document	1-10
A	US 4939404 A (AISIN TAKAOKA CO., LTD.), 03 July 1990 (03.07.1990), the whole document	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 12 April 2013 (12.04.2013)	Date of mailing of the international search report 02 May 2013 (02.05.2013)
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 WANG, Wenjie Telephone No.: (86-10) 62412092

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2012/080143

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101521195 A	02.09.2009	CN 101521195 B	01.12.2010
CN 101521197 A	02.09.2009	CN 101521197 B	08.12.2010
JP 2003111454 A	11.04.2003	None	
US 4939404 A	03.07.1990	GB 2217925 A	01.11.1989
		DE 3913211 A	09.11.1989
		JP 1270776 A	30.10.1989
		DE 3913211 C	27.06.1991

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2012/080143

A. 主题的分类

H01L41/09(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)

IPC:H01L, G01N,G12B, G01Q

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))

CNABS, VEN, ISI, GOOGLE: 压电, 步进, 定位, 搭桥, 滑杆, 滑块, 滑, 移动, piezoelectric+, piezo-electric+, piezo?electric+, motor, step+, driven, mov+, substrate, base, PRESS, force, bridg+, slid+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN101521195A(中国科学技术大学)02.9 月 2009(02.09.2009)全文	1-10
A	CN101521197 A(中国科学技术大学) 02.9 月 2009(02.09.2009)全文	1-10
A	JP2003111454 A(阿斯莫株式会社)11.4 月 2003(11.04.2003)全文	1-10
A	US4939404 A(爱信精机株式会社)03.7 月 1990(03.07.1990)全文	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

12.4 月 2013(12.04.2013)

国际检索报告邮寄日期

02.5 月 2013 (02.05.2013)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

王文杰

电话号码: (86-10) **62412092**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2012/080143

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101521195A	02.09.2009	CN101521195B	01.12.2010
CN101521197A	02.09.2009	CN101521197B	08.12.2010
JP2003111454A	11.04.2003	无	
US4939404A	03.07.1990	GB2217925A	01.11.1989
		DE3913211A	09.11.1989
		JP1270776A	30.10.1989
		DE3913211C	27.06.1991