



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104105821 A

(43) 申请公布日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201280060596. 3

代理人 孙静 郑霞

(22) 申请日 2012. 12. 06

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G25D 5/18 (2006. 01)

1121175. 2 2011. 12. 09 GB

G25D 7/10 (2006. 01)

G25D 15/00 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 06. 09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2012/053037 2012. 12. 06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/083987 EN 2013. 06. 13

(71) 申请人 马勒国际有限公司

地址 德国斯图加特

申请人 马勒发动机系统英国有限公司

(72) 发明人 罗霍拉·T·卡舒桑吉 约翰·凯里

沃尔夫冈·汉萨尔 塞尔玛·汉萨尔

根蒂亚纳·科里

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

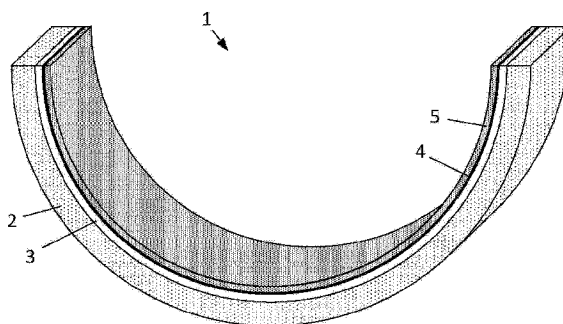
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

制造滑动轴承的方法

(57) 摘要

一种制造滑动轴承的方法, 以及一种通过这样的方法制造的滑动轴承, 所述方法包括: 在电解质中提供基材作为阴极, 硬微粒被悬浮在所述电解质内; 以及通过向所述基材应用重复周期的偏压脉冲来沉积被嵌入金属基体中的硬微粒的复合层, 其中每个周期包括高阴极偏压部分和另外的偏压部分, 所述另外的偏压部分选自由以下组成的组: 低阴极偏压部分、零阴极偏压部分以及阳极偏压部分。



1. 一种制造滑动轴承的方法,所述方法包括:
在电解质中提供基材作为阴极,硬微粒被悬浮在所述电解质内,以及
通过向所述基材应用重复周期的偏压脉冲来沉积被嵌入金属基体中的硬微粒的复合层,
其中每个周期包括高阴极偏压部分和另外的偏压部分,所述另外的偏压部分选自自由以下组成的组:低阴极偏压部分、零阴极偏压部分以及阳极偏压部分。
2. 根据权利要求1所述的方法,还包括搅动所述电解质以便以悬浮体的方式保持所述硬微粒。
3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中所述另外的偏压部分是低阴极偏压部分。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述高阴极偏压部分具有所述低阴极偏压部分的至少125%的偏压。
5. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述另外的偏压部分是零阴极偏压部分。
6. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述另外的偏压部分是阳极偏压部分。
7. 根据权利要求6所述的方法,其中所述阳极偏压部分的绝对值在所述高阴极偏压部分的绝对值的0.25倍和3.0倍之间。
8. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述重复周期具有锯齿状曲线,其中每个周期包括单调递增的阴极偏压。
9. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述脉冲周期具有5ms至200ms的时长。
10. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述高阴极偏压部分由所述脉冲周期的10%至95%组成。
11. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述高阴极偏压部分具有0.5A/dm²至10A/dm²的峰值电流密度。
12. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述周期的平均阴极电流密度低于5A/dm²。
13. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述硬微粒选自自由以下组成的组:TiCN、SiC、NbC、Si₃N₄、Al₂O₃、TiN、以及B₄C。
14. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述悬浮体包含每升电解质20g至200g的硬微粒。
15. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述金属基体是除去附带杂质的纯金属。
16. 根据权利要求17所述的方法,其中所述金属基体是除去附带杂质的纯Sn。
17. 根据权利要求1至14中任一项所述的方法,其中所述金属基体是除去附带杂质的金属合金。
18. 根据权利要求17所述的方法,其中所述金属基体是除去附带杂质的Sn基合金。
19. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述电解质是甲磺酸锡电解质。
20. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述电解质包含15g/l至80g/l的Sn。
21. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述电解质包含增白剂。
22. 根据任一前述权利要求所述的方法,其中所述滑动轴承是轴承壳或止推垫圈。
23. 一种滑动轴承,其根据任一前述权利要求所述的方法来制造。
24. 一种发动机,其包括根据任一前述权利要求所述的方法来制造的滑动轴承。

25. 一种制造滑动轴承的方法,其实质上如上文参照所附说明书和任一附图所描述。
26. 一种滑动轴承,其通过实质上如上文参照所附说明书和任一附图所描述的方法来制造。
27. 一种发动机,其包括通过实质上如上文参照所附说明书描述的方法来制造的滑动轴承。

制造滑动轴承的方法

[0001] 本发明涉及一种使滑动轴承电镀有掺入到金属基体内的硬微粒的复合层的方法，并且更特别地但不排他地涉及轴承壳和止推垫圈。

[0002] 背景

[0003] 轴颈发动机轴承 (journal engine bearing) 的轴承壳通常包含强力钢背衬层、内衬层以及提供轴颈轴的运行表面的覆盖层，例如中空的通常半圆柱形的钢背衬层、铜基合金内衬层、以及在内表面上的锡、锡基合金或复合覆盖层。

[0004] 提供轴承内衬中的层特别是覆盖层的增加的耐磨损性和改善轴承内衬中的层特别是覆盖层的疲劳强度是期望的。对轴承覆盖层性能的特别挑战通过交通工具发动机的配置来提供，以通过使用停止 - 启动运行节省燃料，其中每次交通工具停止，发动机会停止，这与其中在交通工具的全部行程中发动机被保持运行的常规的发动机运行相反。与在全部的每个交通工具行程中连续地运行的常规配置的发动机比较，被配置用于停止 - 启动运行的发动机可以更频繁地超过 100 倍地重新启动其发动机。被配置用于停止 - 启动运行的发动机所呈现的特定的问题产生，因为发动机轴承通常是流体动力学润滑的，当发动机启动时最初几乎没有或没有润滑被提供到轴承，在启动阶段期间导致特别明显的磨损。

[0005] 已经提出通过使硬的无机微粒结合到轴承覆盖层内以增加发动机轴承的耐磨损性，所述硬的无机微粒实质上不溶于电镀电解质。示例性的材料为使氧化铝、氮化硅、碳化硅或碳化硼硬微粒结合到锡基合金基体内。然而，通过常规的电镀技术生产具有高浓度的硬微粒的这样的复合层是困难的，特别是在锡基合金基体中（例如至少 50% 重量的锡），并且最特别地是在纯的锡基体的情况下。

[0006] 公开内容概述

[0007] 根据第一方面，提供了制造滑动轴承的方法，所述方法包括：在电解质中提供基材作为阴极，硬微粒被悬浮在所述电解质内；以及通过向所述基材应用重复周期的偏压脉冲来沉积被嵌入金属基体中的硬微粒的复合层，其中每个周期包括高阴极偏压部分和另外的偏压部分，所述另外的偏压部分选自由以下组成的组：低阴极偏压部分、零阴极偏压部分以及阳极偏压部分。

[0008] 根据第二方面，提供了根据第一方面的方法来制造的滑动轴承。

[0009] 根据第三方面，提供了包括滑动轴承的发动机，所述滑动轴承根据第一方面来制造。

[0010] 所述方法还可以包括搅动电解质以便以悬浮体的方式保持硬微粒。

[0011] 另外的偏压部分可以是低阴极偏压部分。

[0012] 高阴极偏压部分可以具有低阴极偏压部分的至少 125% 的偏压。

[0013] 另外的偏压部分可以是零阴极偏压部分。

[0014] 另外的偏压部分可以是阳极偏压部分。

[0015] 阳极偏压部分的绝对值可以在高阴极偏压部分的绝对值的 0.25 倍和 3.0 倍之间（即在量值的 0.25 倍和 3.0 倍之间，但具有相反的极性）。

[0016] 重复周期可以具有锯齿状曲线，其中每个周期包括单调递增的阴极偏压。

- [0017] 脉冲周期可以具有 5ms 至 200ms 的时长,并且优选地具有 10ms 至 100ms 的时长。
- [0018] 高阴极偏压部分可以由脉冲周期的 10% 至 95% 组成。
- [0019] 高阴极偏压部分可以具有 0.5A/dm² 至 10A/dm² 的峰值电流密度。
- [0020] 周期的平均阴极电流密度低于 5A/dm²。
- [0021] 硬微粒可以选自由以下组成的组:TiCN、SiC、NbC、Si₃N₄、Al₂O₃、TiN、以及 B₄C。
- [0022] 悬浮体可以包含每升电解质 20g 至 200g 的硬微粒,并且优选地每升 40g 至 100g。
- [0023] 金属基体可以是除去附带杂质的纯金属。
- [0024] 金属基体可以是除去附带杂质的纯 Sn。
- [0025] 金属基体可以是除去附带杂质的金属合金。
- [0026] 金属基体可以是除去附带杂质的 Sn 基合金。
- [0027] 电解质可以是甲磺酸锡电解质。
- [0028] 电解质可以包含 15g/l 至 80g/l 的 Sn。
- [0029] 电解质可以包含增白剂 (brightener)。
- [0030] 滑动轴承可以是轴承壳或止推垫圈。
- [0031] 附图简要说明
- [0032] 本发明的实施方案在下文中参照附图被进一步描述,附图中:
- [0033] • 图 1 示出轴承壳的示意图;
- [0034] • 图 2 示出第一偏压脉冲曲线;
- [0035] • 图 3 示出具有结合到 Sn 金属基体内的 B₄C 硬微粒的覆盖层的滑动轴承的截面的 SEM 显微照片;并且
- [0036] • 图 4 示出第二偏压脉冲曲线;并且
- [0037] • 图 5 示出第三偏压脉冲曲线。
- [0038] 详细描述
- [0039] 图 1 示出中空的通常半圆柱形的轴承壳 1,所述轴承壳 1 具有钢背衬层 2、铜基金内衬层 3、镍或钴扩散屏障 4、以及被结合到 Sn 基体内的硬微粒的复合覆盖层 5。
- [0040] 复合层被沉积到其上的轴承壳作为阴极被提供在电镀槽中,所述电镀槽容纳电镀电解质中的碳微粒的悬浮体,阳极由与金属基体相对应的材料所形成,例如高纯度锡阳极。
- [0041] 电解质是无铅的、甲磺酸锡 (MSA) 电解质 (锡离子在甲磺酸中),该电解质可以包含性能增强添加剂,比如增白剂和消泡剂。例如电解质可以是来自 **Schlötter®** Galvanotechnik 的 Bright Tin GBF30 酸性电解质体系,该酸性电解质体系使用由以下组成的 **Schlötter** 成分的配方:13.0 升锡浓缩物 FS20 (其含有 310g/l 锡 (II))、6.0 升 GBF31Starter (20%重量至 25%重量的 2-萘酚聚乙二醇醚、1%重量至 2.5 重量的 1,2-二羟基苯、以及 1%重量至 2.5%重量的甲基丙烯酸烯)、0.4 升 GBR32 增白剂 (35%重量至 50%重量的 2-异丙氧基乙醇、以及 5%重量至 10%重量的 4-苯基丁-3-烯-2-酮)、11.0 升 GBF33 补充浓缩物 (Make Up Concentrate) (其为 45%重量的 MSA)、以及补足至 100 升的余量的去离子水。这样形成 30g/l 至 60g/l 锡的溶液,然而 15g/l 至 80g/l 的浓度可以被使用。悬浮体被保持在 20°C 至 30°C 的温度。化学组成和 pH 在沉积期间通过补充所消耗的化学品来保持。
- [0042] 具有小于 7 μm 的粒度的硬微粒,比如碳化硼、氧化铝、氮化硅、氮化硼、碳化硅、碳

化铈、氮化钛、或碳-氮化钛,以大约 60g/l 的浓度被悬浮在溶液中(操作已经被证明具有 20g/l 至 200g/l 的硬微粒,优选地 40g/l 至 70g/l)。超声的和/或机械的搅拌搅动被使用以便以悬浮体的方式保持硬微粒。

[0043] 阴极偏压(即负偏压被应用至与阳极相对的阴极)产生阴极电流(即相对于阳极的负电流),所述阴极电流把带正电荷的锡离子驱向滑动轴承的阴极,并且沉积锡离子到阴极表面上。为了提供 B_4C 硬微粒的加强的结合,阴极偏压在 10ms 至 20ms 的脉冲循环周期下(虽然操作已经被证明具有 10ms 至 40ms 的脉冲循环周期)被周期性地脉冲调节。峰值阴极电流密度在 $0.5A/dm^2$ 至 $5A/dm^2$ 之间,并且脉冲周期中的平均电流密度为至多 $3.6A/dm^2$ 。

[0044] 如图 2 中所示,在一种实施方案中,具有高阴极偏压 V_H 脉冲部分 t_1 和零阴极偏压 V_0 部分 t_2 的偏压脉冲周期被使用。高阴极偏压部分被应用于脉冲周期的至多 95%(优选地在 10%和 95%之间),并且产生高阴极电流密度。

[0045] 通过使用脉冲电镀,可以均匀地结合至多 20%重量的 B_4C 硬微粒到滑动轴承覆盖层的 Sn 金属基体内。图 3 示出这样的层的截面图,其中硬微粒 6 在覆盖层 5 的金属基体中呈现为黑色斑点。

[0046] 在恒定的阴极电流下金属基体沉积的速率受限于金属离子(例如锡离子)的离子迁移率,这是由于在电解质中在阴极表面上耗尽区的存在。虽然来自悬浮体的硬微粒粘附到表面上,但在恒定的阴极电流下发生的金属离子的缓慢沉积在把表面微粒结合到沉积层内方面是低效的,随着金属基体层生长,微粒反而留在表面上。相反地,在零阴极偏压部分期间(以及类似地在较低的阴极偏压部分期间或在阳极偏压部分期间),靠近阴极表面的金属离子的浓度能够增加,导致在高阴极偏压部分期间发生的沉积快速爆发,这增加了硬微粒结合到沉积层内的效率。

[0047] 可选择地,如图 4 中所示,脉冲周期可以具有交替的高阴极偏压 V_H 部分 t_1' 和低阴极偏压 V_L 部分 t_2' 。高阴极偏压 V_H 比低阴极偏压 V_L 大至少 1.25 倍。此外还可以有零阴极偏压部分(也被称为关机时间),例如在高阴极偏压部分之后。

[0048] 在还另外的实施方案中,双极性脉冲周期可以被使用,其中阳极偏压脉冲部分(即与阴极偏压相对的相反的偏压)可以被提供。例如,如图 5 中所示,脉冲周期可以具有高阴极偏压 V_H 脉冲部分 t_1'' 、阳极偏压 V_R 脉冲部分 t_2'' 、零阴极偏压 V_0 部分 t_3'' 、以及低阴极偏压 V_L 部分 t_4'' 。阳极偏压部分具有是高阴极偏压部分的偏压的 -0.25 倍和 -3.0 倍之间的偏压(即其量值是高阴极偏压部分的偏压的量值的 0.25 倍和 3.0 倍之间,但具有相反的极性)。

[0049] 这样的阳极偏压脉冲可以从沉积层上除掉金属离子,提供靠近阴极表面的高浓度的金属离子,还在高阴极偏压脉冲部分期间增加随后的沉积速率,还加强硬微粒向金属基体的沉积层内的结合。

[0050] 滑动轴承可以是轴承内衬或止推垫圈,其被插入到发动机的轴承组件内。

[0051] 在整个本说明书的描述和权利要求中,词“包括”和“包含”以及其变型意指“包括但不限于”,并且它们并不意图(并且不能)排除其它的部分、添加剂、组分、整数或步骤。在整个本说明书的描述和权利要求中,除非上下文另有要求,否则单数形式包含复数形式。特别地,当使用不定冠词时,除非上下文另有要求,否则本说明应被理解为涵盖复数以及单数。

[0052] 除非与之不相容,否则与本发明的特定的方面、实施方案或实施例相结合描述的特征、整数、特性、化合物、化学部分或基团应被理解为适用于本文所描述的任何的其它方面、实施方案或实施例。在本说明书(包括任何所附的权利要求书、摘要以及附图)中公开的所有特征,和/或如此公开的任何方法或过程的所有步骤,可以以任何组合来结合,除了其中至少某些这样的特征和/或步骤是互相排斥的组合之外。本发明不限于任何前述实施方案的细节。本发明延伸至在本说明书(包括任何所附的权利要求、摘要以及附图)中公开的特征中的任何新颖的特征或任何新颖的组合、或延伸至如此公开的任何方法或过程的步骤中的任何新颖的步骤或任何新颖的组合。

[0053] 读者的注意力被引导到与本说明同时或在本说明之前提交的与本申请有关并且开放以供公众查阅本说明的所有文章和文件,并且所有的这样的文章和文件的内容通过引用被并入本文。

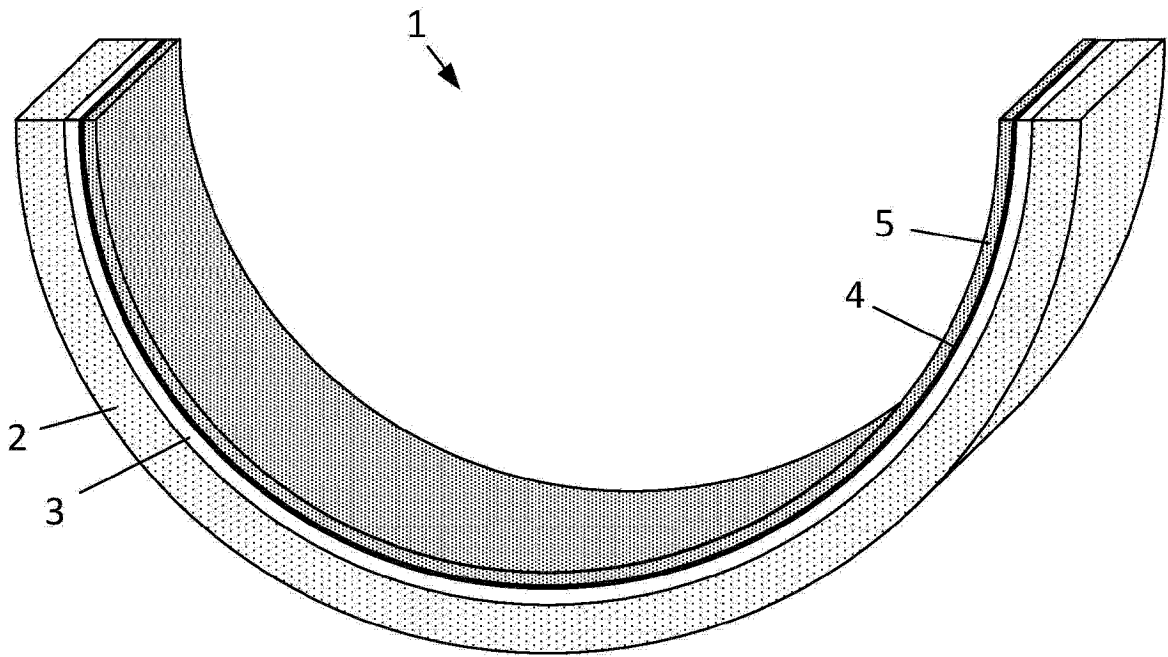


图 1

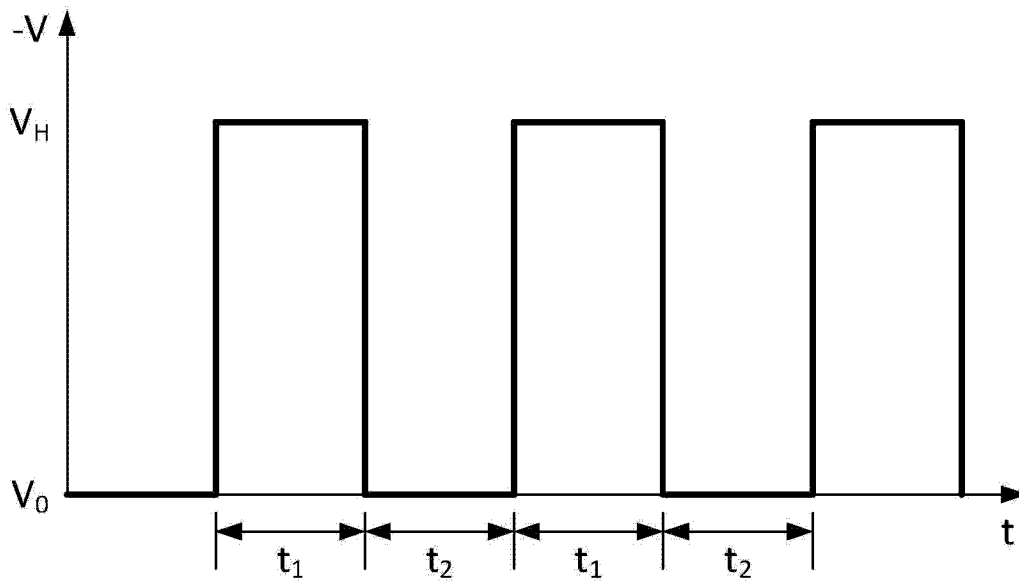


图 2

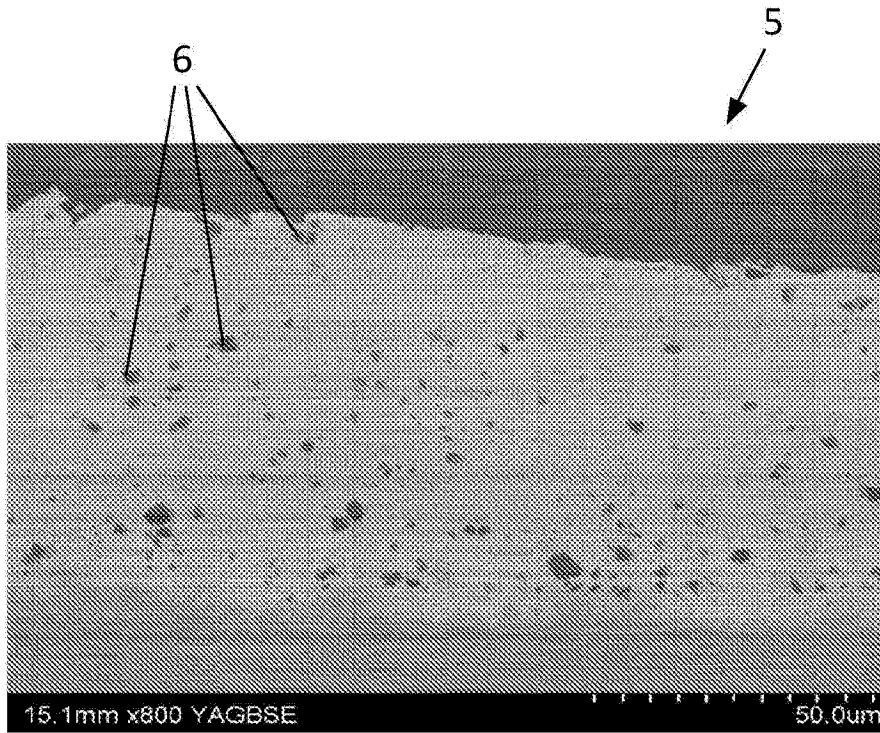


图 3

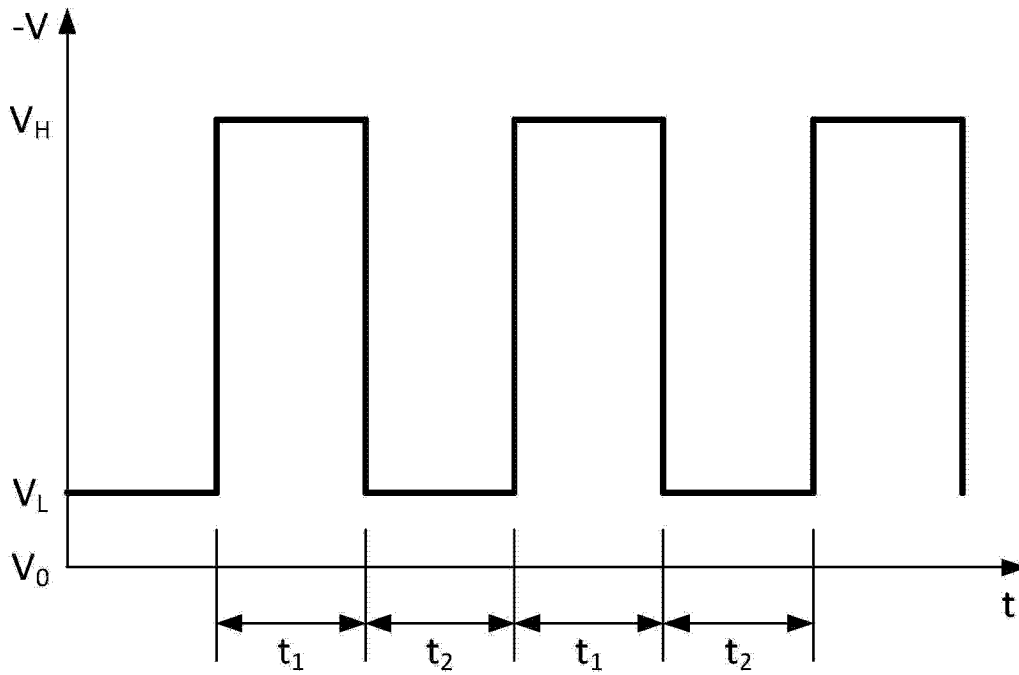


图 4

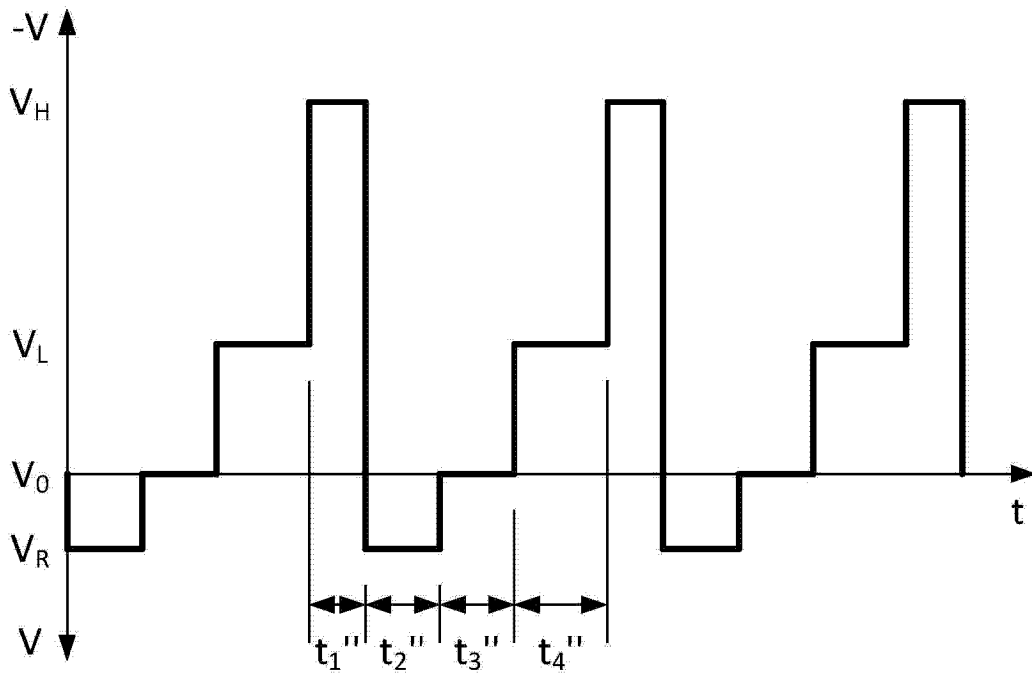


图 5