[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
B22D 11/051

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98804542.7

[45]授权公告日 2001 年 10 月 3 日

[11]授权公告号 CN 1072049C

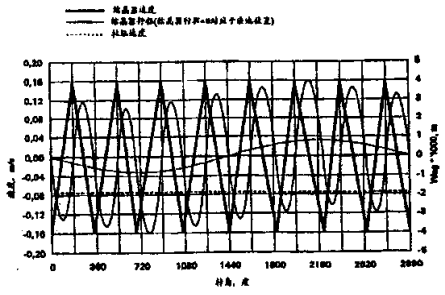
[22]申请日 1998.4.24
[21]申请号 98804542.7
[30]优先权
[32]1997.4.26 [33]DE [31]19717778.6
[32]1997.9.27 [33]DE [31]19742794.4
[86]国际申请 PCT/EP98/02434 1998.4.24
[87]国际公布 WO98/48960 德 1998.11.5
[85]进入国家阶段日期 1999.10.26
[73]专利权人 SMS 舒路曼－斯玛公司
地址 联邦德国杜塞尔多夫
共同专利权人 阿西埃特殊产品坦尼有限公司
[72]发明人 J·苏克 A·韦耶尔 R·卡波托斯蒂
A·克里斯塔利尼
[56]参考文献
EP121622B 1988. 2.24 B22D11/04
EP279334A 1988. 8.24 B22D11/04
EP618023A 1994.10. 5 B22D11/04
审查员 魏 屹
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 崔幼平

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图页数 6 页

[54]发明名称 使连铸结晶器振动的方法

[57]摘要

本发明涉及一种尤其是借助液压升降装置使连铸结晶器振动的方法。为了目标 明确地控制结晶器的传热和坯壳成型而规定了,在任意预定的拉坯速度下,结 晶器振动零位线在浇注过程中相对熔池液面的位置向上和/或向下移动。这一 措施旨在提高铸坯质量。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1、一种在采用驱动式振动装置的情况下使连铸结晶器振动的方法，其特征在于，在任意预定的拉坯速度下，使结晶器振动零位线在浇注过程中相对熔池液面的位置向上和/或向下移动。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在一系列连续的结晶器振动中，所述振动使结晶器振动零位线相对结晶器熔池液面的位置向上和向下地周期性移动。

3、如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，结晶器振动零位线的移动是通过连续改变结晶器速度曲线而在许多次连续的单独振动中产生的，其中每次振动对应于两个死点之间的结晶器往复运动。

4、如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，结晶器振动是通过叠加至少两个相互独立的振动实现的，所述振动在速度曲线和/或频率方面或除此之外还在振幅方面是不同的。

5、如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，结晶器振动是通过叠加至少两个相互独立的振动实现的，所述振动在速度曲线和/或频率方面或除此之外还在振幅方面是不同的。

6、如权利要求 1、2 和 5 之一所述的方法，其特征在于，至少两次连续的相同结晶器振动的频率低于结晶器在其下降时超过铸坯的频率。

7、如权利要求 4 所述的方法，其特征在于，至少两次连续的相同结晶器振动的频率低于结晶器在其下降时超过铸坯的频率。

8、如权利要求 1、2、5 和 7 之一所述的方法，其特征在于，为了产生可叠加的且具有各自不同的速度曲线和/或频率和/或振幅的振动，结晶器支撑在一个安装在升降台上的框架内，不仅可以造成框架而且可以引起升降台相独立地振动。

9、如权利要求 1、2、5 和 7 之一所述的方法，其特征在于，至少被用在浇注过程的一个和/或多个浇注段内。

说　明　书

使连铸结晶器振动的方法

本发明涉及一种尤其是在采用液压驱动式升降装置的情况下使连铸设备中的结晶器振动的方法。

结晶器振动是金属连铸方法的一个重要组成部分。它确保了所需的润滑剂如保护渣或油的润滑效果并同时避免了铸坯粘附在结晶器壁上。在连续铸钢时，熔渣作为润滑剂混入结晶器内。它是因始终覆盖熔池液面被投布到溶池液面上的保护渣熔化而产生的。

同时表现了大多数现有技术特点的最简单的技术方案在于，借助马达驱动式凸轮使连铸结晶器振动。因此产生结晶器的正弦振动方式，分别通过马达转数以及通过凸轮偏心度，可调节地预定正弦振动频率及其振幅。

为了作为润滑剂的熔渣可以连续地渗入铸坯与结晶壁之间的间隙并为避免润滑膜开裂，需要如此调节结晶器的频率和振幅，即使结晶器在其下降运动时周期性地超过铸坯。

在结晶器下降时的发生超过过程 $V_{结晶器}>Vc$ 振动周期内时间分段被称为负速铸坯，并且具有以下关系式:

$$Sn=[\pi-2*\arcsin(Vc/(2*A*\pi*n))]/(2*\pi)*100\%$$

其中: $V_{结晶器}$——结晶器速度（米/秒）

Vc——铸坯速度（米/秒）

A——结晶器振动的振幅（米）

n——结晶器振动的频率（1/秒）

在每次振动期内，所谓的“修复时间” T_{heal} 对应于负速铸坯:

$$T_{heal}=Sn/n \qquad (2)$$

在此期间内，润滑剂可以渗入铸坯壳与结晶器壁之间的间隙。

众所周知地，负速铸坯、修复时间、结晶器振动的振幅的频率及根据当时工作情况而调整的这些参数的组合对铸坯质量起了决定性作用，并且必须根据待铸熔融物性能和所有保护渣进行调整，在使连铸过程最佳化时，结晶器振动参数的选择是重要的组成部分，它主要是选择振幅和频率的最佳组合，其中在规定范围内的负速铸坯通常应该为 15% - 40%。

公式（1）、（2）所示的关系表明，在结晶器按正弦方式振动时，振动参数不可能任意组合。非正弦形结晶器运动的设想原本是试图使振动参数之间脱离联系，以便目标明确地影响连铸结晶器内的过程。

DE3704793C2 描述了一种具有两根安装在连铸结晶器升降台上的或直接与结晶器相连的且可转动驱动的偏心轴。在转动驱动装置和偏心轴之间的连接机构中至少装入了一根万向轴，它至少满足以下两个条件之一：

a）支承可调节地安装背向偏心轴的万向接头，

b）可相对转动地安装万向接头。

一种非正弦运动过程通过故意利用万向接头误差来形成，当万向轴没有对准地安装在轴之间时，就会出现这种误差。通过转动驱动装置的高度变化及侧向错移，可实现结晶器各种不同的非正弦运动过程。

还从 DE3704793C2 中得知了，一方面必须尽可能少地维持负速铸坯以保证没有颤振痕的铸坏表面。另一方面，如果拉坯曲线与结晶器速度曲线在其陡降区内相交，这将是有利的。这意味着，连铸结晶器的运动和铸坯运动同向的时间短。但因此出现了较长的负速铸坯，它又因形成颤振痕而是不利的。

EP0121622B1 描述了一种在采用一个支撑在框架内的结晶器的情况下的连铸方法，通过电动液压式伺服装置使该结晶器振动。振动发生装置根据由函数发生器产生的预选振幅信号，在一个高于振动装置本身频率的频率下工作。

EP0618023A1 公开了一种连铸方法，其中采用了侧壁较长而横壁较短的结晶器。随着结晶器的振动，在每次振动中，在结晶速度与拉坏速度之差超过预定值的时间段内结晶器侧壁以略微横向偏离开铸坯，而在铸坏速度和结晶器速度近似相等的其余时间内，侧壁又靠近了铸坯。通过这样的结晶器交替扩宽和缩窄，可以减小作用于铸坏壳上的拉力和顶锻压力，从而缩小了振动痕迹的深度并且其槽口的偏析较轻微。

EP0618023A1 还提出了没有超过过程的结晶器振动。在这种情况下，熔渣渗入铸坯与结晶器壁之间的间隙是通过结晶器交替扩宽缩窄实现的。

已知的正弦形和非正弦形的速度曲线的一个主要特点在于，结晶器在预定的振频和振幅下，在每个等于结晶器在下降时连续两次超过铸坯

之间的时间的期间内，具有相同的速度曲线和位移曲线。

对于板厚薄于 100 毫米的薄板坯连铸方法来说，大于 4 米/分的浇注速度是常见的。根据公式（1），结晶器振动频率相应高，在这样的振动频率下获得了负速铸坯的普通值：400 升程/分－450 升程/分。在这样高的频率下，振动曲线因 0.13 秒/振动－0.15 秒/振动的短时间段而几乎不影响结晶器内的润滑情况和坯壳成型。因此，不可能改善铸坯表面性能。试浇注证明了这一点。

因此，已知的非正弦形曲线的缺点是，在这样的曲线情况下，只能在结晶器频率和速度较低的范围内影响润滑剂状态和坯壳成型，从而造成铸坯质量的改善。因此，在拉坯速度和结晶器振动频率高的连铸方法中，如在薄板坯连铸方法中，必须选取新方法。

基于此现有技术，本发明的任务在于，使连铸结晶器与迄今所用方式不同地振动，与简单的正弦形或非正弦形的且具有可对于的振幅和频率的振动相比，由此可以控制结晶器内的传热和坯壳成型，并由此可以目标明确地提高铸坯质量。

根据本发明，在采用驱动式振动装置的情况下使连铸结晶器振动的方法中如此完成了发明任务，即在任意预定的拉坯速度下，使结晶器零位线在浇注过程中相对熔池液面的位置向上和/或向下错移。

根据本发明，有利地显示了这样一种可能性，即连铸结晶器的振动曲线可以在振动形状、振频和振幅的宽范围内变化并且例如可以最佳地调节负速铸坯、修复时间和频率之间的关系。

本发明的一个设计方案规定了，在一系列连续的结晶器振动中，所述振动使其零位线相对结晶器熔池液面的位置向上和向下地周期性移动。这样一来，一方面可以通过足够高的超出频率保证安全润滑，另一方面可以在此结晶器－铸坯系列中引入频率明显较低的振动分量。在足够用的时间内，通过此振动分量的频率、振幅和形状可以很大程序控制和影响熔池液面区内的传热和铸坯壳成型并因而显示提高铸坯质量和工作安全性。

本发明提出了，在预定拉坯速度下，结晶器振动零位线的位移是通过连续改变结晶器速度曲线而在许多次连续的单独振动中引起的，其中每次振动对应于两个死点之间结晶器往复运动。

本发明方法的一个设计方案规定了，结晶器振动是通过加至少两个

彼此无关的振动叠加实现的，所述振动在速度曲线和/或频率方面或除此之外还在振幅方面是不同的。

在本发明的另一个设计方案中规定了，至少两个连续的相同结晶器振动的频率低于结晶器的在其下降时超过铸坯的频率。

为了产生可叠加的且具有各自不同的速度曲线和/或频率和/或振幅的振动，结晶器支撑在一个安装在升降台上的框架内，不仅可以引起框架而且可以引起升降台相独立的振动，由此有利地简化了方法的实施。

此方法可以至少被用在浇注过程的一个和/或多个浇注段内，由此可以极富于变化地控制结晶器内的传热和铸坯成型并因而目的明确地提高了铸坯质量。

在附图中示出了本发明的实施例且尤其是振动曲线。

图 1 根据一种由八次连续的不同振动构成的结晶器振动方式示出了结晶器的速度曲线和位移曲线以及不变的拉坯速度。在振频为 360 升程/分且振幅为 + 3.2 毫米的情况下，如此实现了结晶器震荡零位线的 + 0.8 毫米的附加周期性错移，即在其上升过程中的结晶器最高速度时刻周期性地在两次连续振动中减少了 10 度并在两次后续的振动中分别增大了 10 度。

所示实施例示出了，很小的且其对负速铸坯的影响无关紧要的结晶器速度曲线的周期性连续变化足以引起在振幅和其对浇注过程的影响方面明显可察觉到的结晶器振动零位线移动。

图 2 - 图 6 示出了由几乎无限的变型方案带来的结晶器振动的例子，它们可以通过叠加至少两个彼此无关的且具有不同的振动参数的振动而实现。

在两个上区域内分别示出了两个彼此无关的振动参数，其中右区内的曲线频率是左区内的曲线频率的三倍。

两条不相关曲线的叠加形成了下区位移曲线和速度曲线的合量。

图 5 示出了本发明连铸结晶器的速度曲线。它在浇注奥氏体不锈钢时被用于薄板浇注设备。振动曲线是叠加两条具有振幅 A1、A2 和频率 f1、f2 = f1/6 的正弦曲线的结果，此振动曲线的六次连续的不同振动的零位线一次向上一次向下地移动。

利用这样的曲线，实现了保护渣的均匀熔化及其渗入浇注间隙。

另外，通过叠加振动而引起熔渣大幅度冷却，由此减少了向结晶器

壁的传热。通过这两种有利作用避免了在浇注奥氏体不锈钢时在铸坯表面上出现收缩（凹面）。当在 3.8 米/分－4.2 米/分的浇注速度、频率 f1＝240 升程/分种－270 升程/分种及频率 f2=f1/6=42 升程/分种－45 升程/分种的条件下进行试浇注时，完全避免了在铸坯上出现纵向凹面。在这种情况下，对结晶器壁板内的测温元件信号的分析证明，在液面较低的情况下，当采用了本发明的振动曲线时，热交换在熔池液面区内明显比较稳定。

图 6 示出了本发明振动曲线的另一个实施例。此振动曲线是叠加两条具有相应的振幅 A1、A2 和频率 f1、f2＝f1/8 的执物线形运动曲线的结果。在这种情况下，速度曲线由直线段构成。此曲线的优点是由以下事实产生的，即除了对铸坯质量的上述正面影响外，所述曲线是通过明显较少的指定点测定出来的并且控制算法的编程成本相应较低。

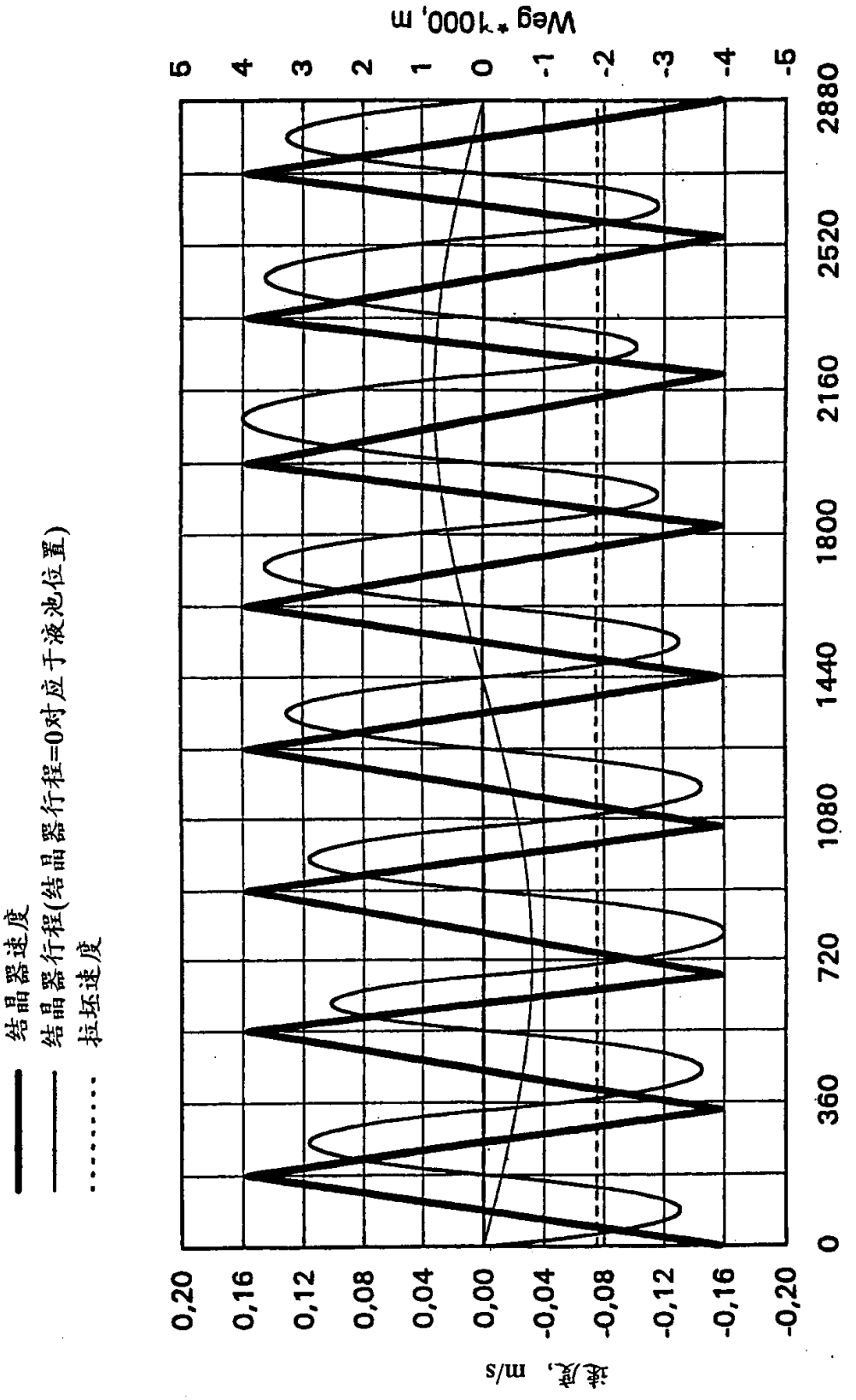

结晶器速度
结晶器行程(结晶器行程=0对应于液池位置)
拉坯速度
速度, m/s
0,20
0,16
0,12
0,08
0,04
0,00
-0,04
-0,08
-0,12
-0,16
-0,20
0
360
720
1080
1440
1800
2160
2520
2880
转角, 度
Weg *1000, m
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5

图 1

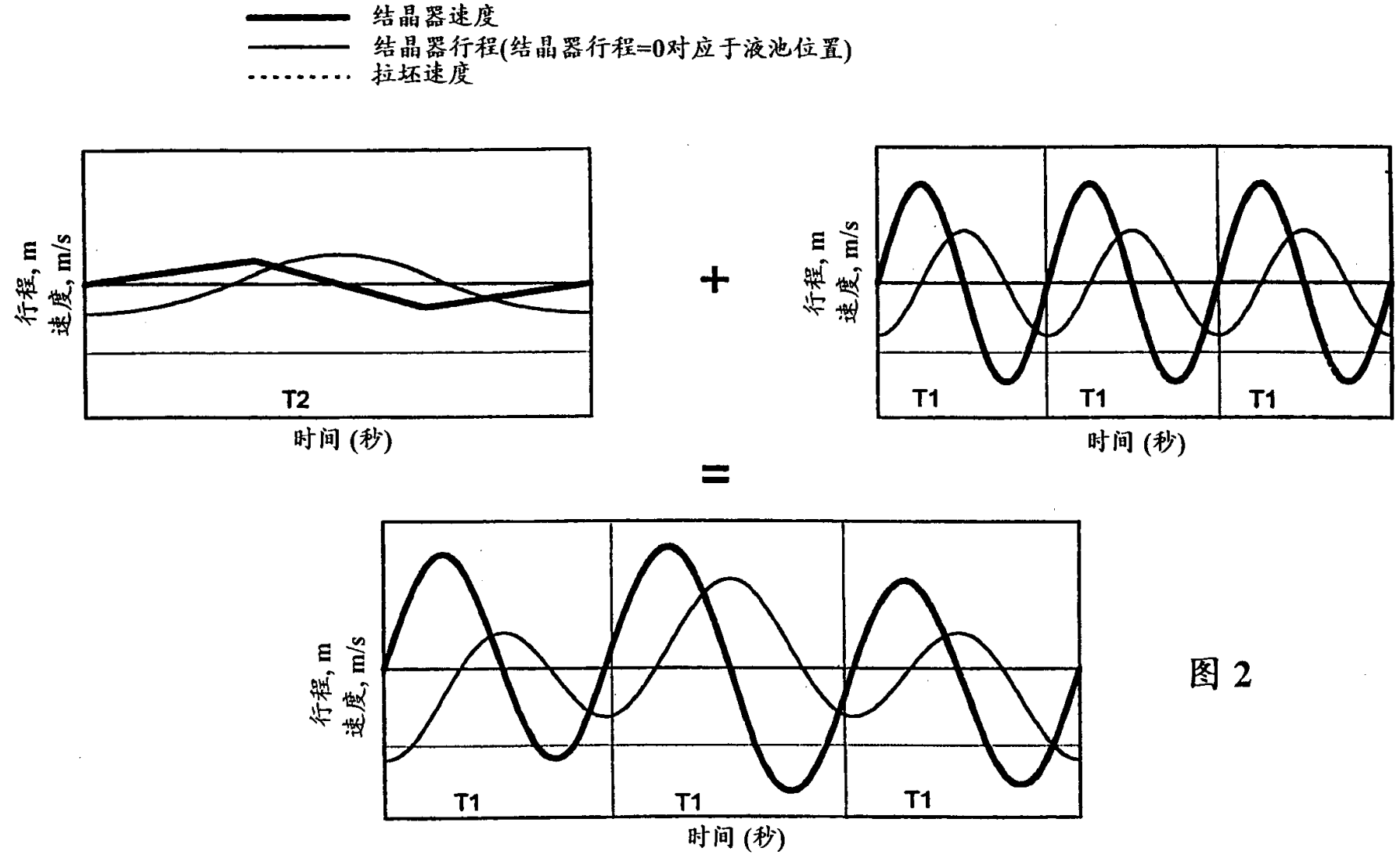

结晶器速度
结晶器行程(结晶器行程=0对应于液池位置)
拉坯速度
行程, m
速度, m/s
T2
时间 (秒)
+
行程, m
速度, m/s
T1
T1
T1
时间 (秒)
=
行程, m
速度, m/s
T1
T1
T1
时间 (秒)

图 2

2

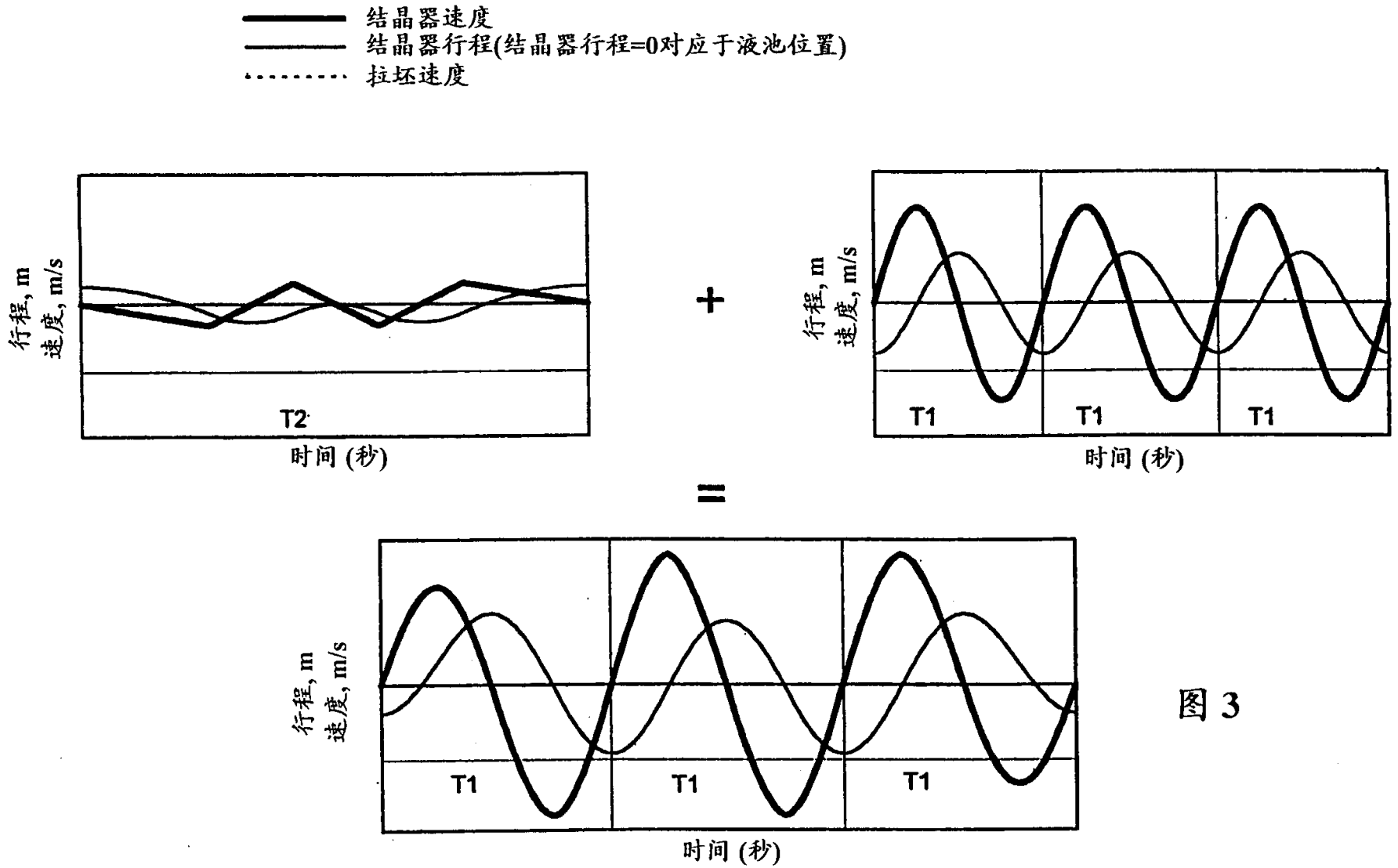

结晶器速度
结晶器行程(结晶器行程=0对应于液池位置)
拉坯速度
行程, m
速度, m/s
T2
时间 (秒)
+
行程, m
速度, m/s
T1
T1
T1
时间 (秒)
=
行程, m
速度, m/s
T1
T1
T1
时间 (秒)

图 3

3

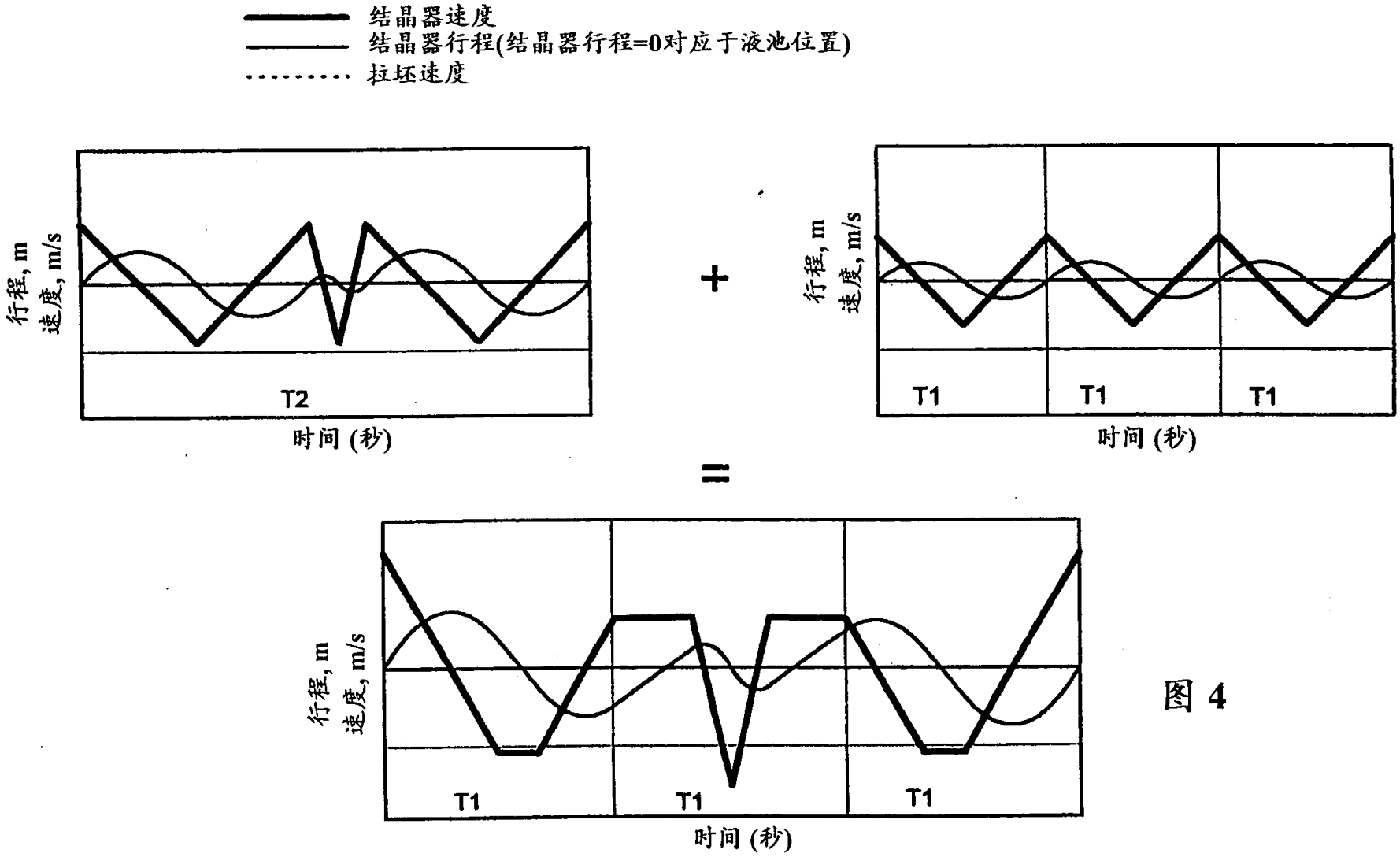

结晶器速度
结晶器行程(结晶器行程=0对应于液池位置)
拉坯速度
行程, m
速度, m/s
T2
时间 (秒)
+
行程, m
速度, m/s
T1
T1
T1
时间 (秒)
=
行程, m
速度, m/s
T1
T1
T1
时间 (秒)

图 4

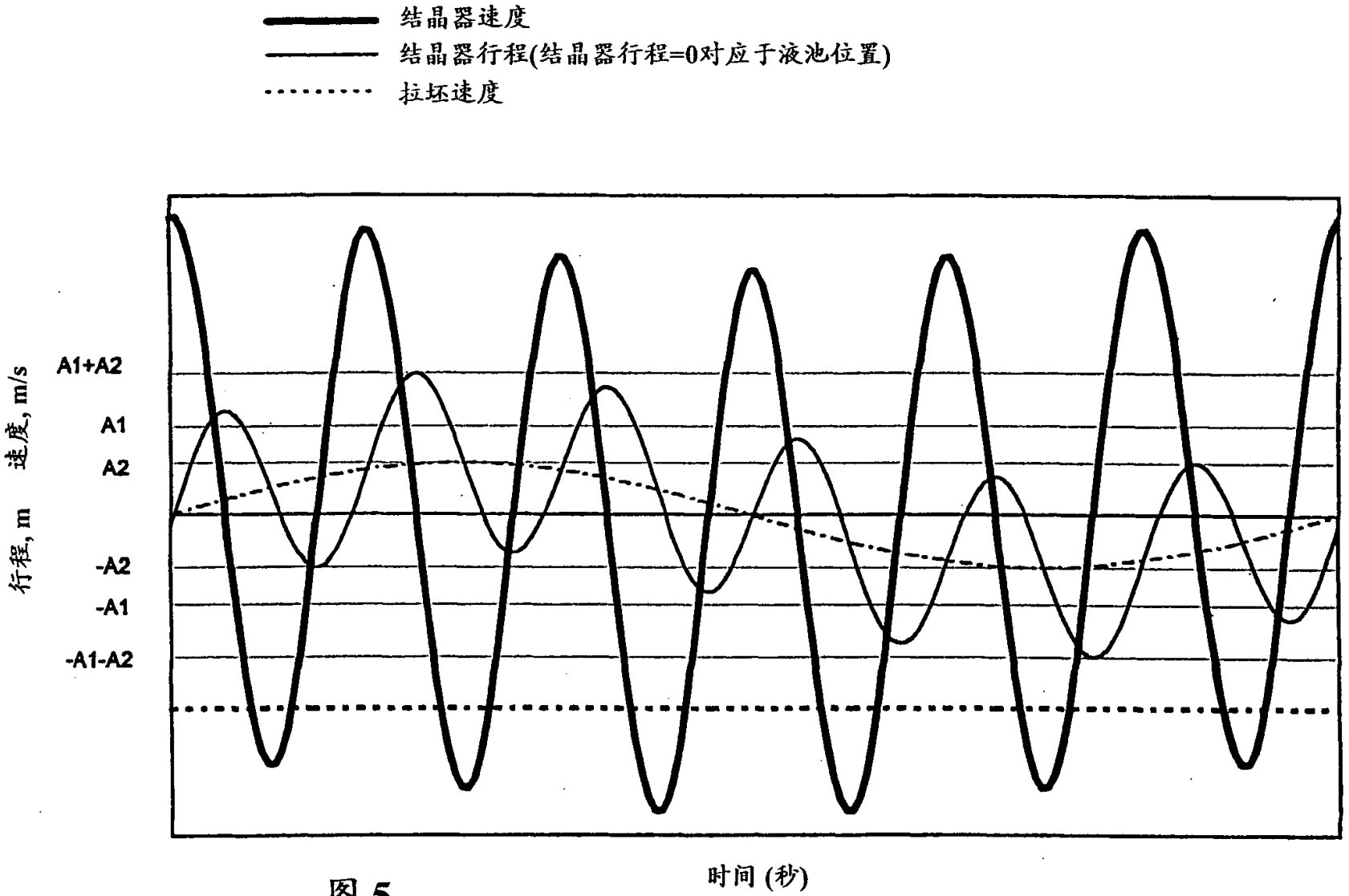

结晶器速度
结晶器行程(结晶器行程=0对应于液池位置)
拉坯速度
A1+A2
A1
A2
-A2
-A1
-A1-A2
行程, m 速度, m/s
时间 (秒)

图 5

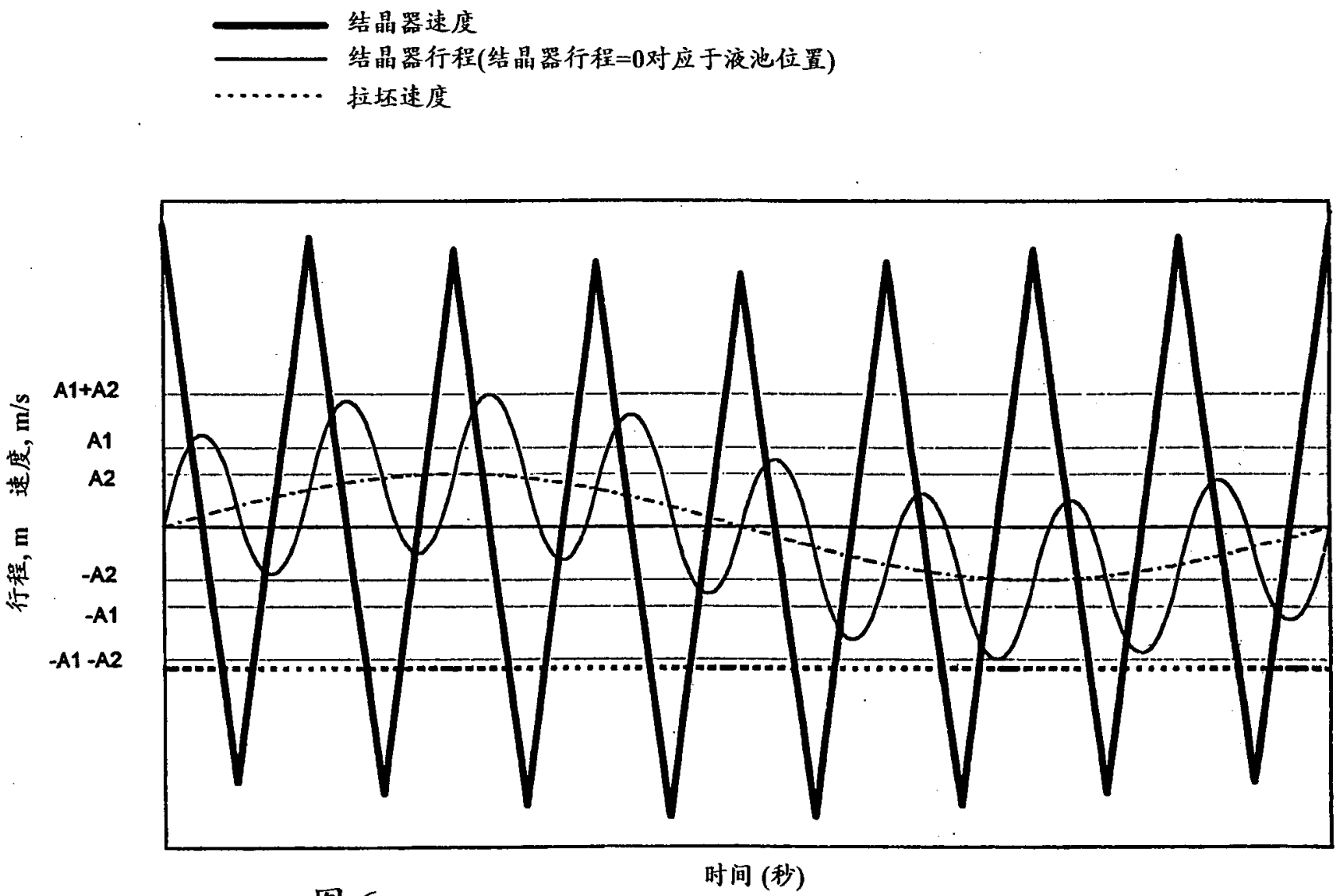

结晶器速度
结晶器行程(结晶器行程=0对应于液池位置)
拉坯速度
行程, m 速度, m/s
A1+A2
A1
A2
-A2
-A1
-A1 -A2
时间 (秒)

图 6