(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103441711 B
(45)授权公告日 2016.01.13

(21)申请号 201310365907.3
(22)申请日 2013.08.21
(73)专利权人 宁波大学
地址 315211 浙江省宁波市江北区风华路818号
(72)发明人 俞建定 杨高波 文化锋 李有明 骆国庆 王银
(74)专利代理机构 宁波奥圣专利代理事务所（普通合伙） 33226
代理人 周珏
(51)Int.Cl.
H02P 5/46(2006.01)
H02P 8/40(2006.01)
(56)对比文件
CN 102645036 A,2012.08.22, 说明书第0005-0019段,附图2.
CN 203554338 U,2014.04.16, 权利要求1-2.
CN 101229611 A,2008.07.30, 全文.
JP 特开2013-73351 A,2013.04.22, 全文.
审查员 卿龙

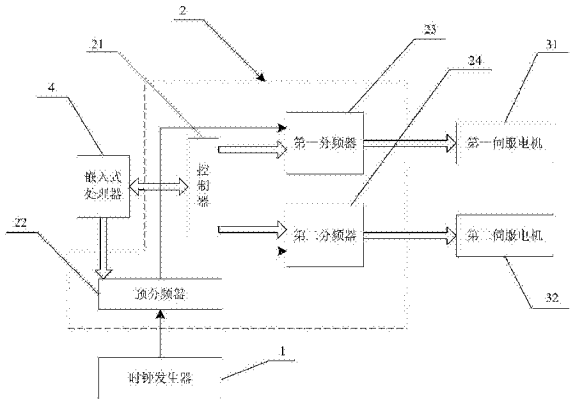
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种实现平面运动的伺服或步进电机控制系统及控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种实现平面运动的伺服或步进电机控制系统及控制方法，该伺服或步进电机控制系统包括时钟发生器、PLD芯片、第一伺服或步进电机和第二伺服或步进电机，PLD芯片内置有控制器、预分频器、第一分频器和第二分频器，时钟发生器的输出端与预分频器的输入端连接，预分频器的输出端分别与第一分频器的输入端和第二分频器的输入端连接，控制器控制第一分频器和第二分频器的分频数，第一分频器的输出端与第一伺服或步进电机连接，第二分频器的输出端与第二伺服或步进电机连接；优点是利用同一个时钟信号实现对两个电机的同步控制，这样可以控制两个电机联动产生的平面运动的合成速度；充分利用了硬件资源，使得实时控制的精度高、速度快。



CN 103441711 B

1. 一种实现平面运动的伺服或步进电机控制系统，其特征在于包括时钟发生器、PLD芯片、第一伺服或步进电机和第二伺服或步进电机，所述的PLD芯片内置有控制器、用于速度控制的预分频器及用于轨迹控制的第一分频器和第二分频器，所述的时钟发生器的信号输出端与所述的预分频器的信号输入端连接，所述的预分频器的信号输出端分别与所述的第一分频器的信号输入端和所述的第二分频器的信号输入端连接，所述的控制器控制所述的第一分频器的分频数和所述的第二分频器的分频数，所述的第一分频器的信号输出端与所述的第一伺服或步进电机连接，所述的第二分频器的信号输出端与所述的第二伺服或步进电机连接，所述的第一伺服或步进电机和所述的第二伺服或步进电机同步移动；

如果当前时刻所述的第一分频器的信号输出端输出的脉冲信号的频率与所述的时钟发生器产生的时钟信号的频率固定，且所述的第二分频器的信号输出端输出的脉冲信号的频率与所述的时钟发生器产生的时钟信号的频率固定时，则当前时刻所述的第一伺服或步进电机将移动到的位置与所述的第二伺服或步进电机将移动到的位置成线性关系，实现直线平面运动；

如果当前时刻所述的第一分频器的信号输出端输出的脉冲信号的频率为 $X^2+Y^2=C$ 的对X的导数，且所述的第二分频器的信号输出端输出的脉冲信号的频率为 $X^2+Y^2=C$ 的对Y的导数时，则实现圆弧平面运动，其中，X为前一时刻所述的第一伺服或步进电机的位置，Y为前一时刻所述的第二伺服或步进电机的位置，C为常数。

2. 根据权利要求1所述的一种实现平面运动的伺服或步进电机控制系统，其特征在于还包括嵌入式处理器，所述的嵌入式处理器分别与所述的控制器和所述的预分频器连接，所述的嵌入式处理器输出实现直线平面运动的参数或实现圆弧平面运动的参数给所述的控制器，所述的嵌入式处理器控制所述的预分频器的分频数。

3. 一种实现平面运动的伺服或步进电机控制方法，其特征在于包括以下步骤：

①由时钟发生器产生时钟信号，并传输时钟信号给内置于PLD芯片内的预分频器，由预分频器对接收到的时钟信号进行分频处理，得到预分频后的脉冲信号，然后由预分频器传输预分频后的脉冲信号给内置于PLD芯片内的第一分频器和第二分频器；

②由第一分频器和第二分频器分别对各自接收到的脉冲信号进行分频处理，得到再次分频后的脉冲信号，其中，第一分频器的分频数和第二分频器的分频数由内置于PLD芯片内的控制器自动控制，通过改变第一分频器的分频数和第二分频器的分频数实现轨迹控制；

③由第一分频器输出的脉冲信号控制第一伺服或步进电机移动，同时由第二分频器输出的脉冲信号控制第二伺服或步进电机移动，实现对第一伺服或步进电机的转速和第二伺服或步进电机的转速的同步控制，进而实现平面轨迹控制。

4. 根据权利要求3所述的一种实现平面运动的伺服或步进电机控制方法，其特征在于所述的步骤①中预分频器的分频数由嵌入式处理器控制，通过改变预分频器的分频数实现第一伺服或步进电机和第二伺服或步进电机的速度控制。

5. 根据权利要求3或4所述的一种实现平面运动的伺服或步进电机控制方法，其特征在于如果当前时刻所述的第一分频器输出的脉冲信号的频率与所述的时钟发生器产生的时钟信号的频率固定，且所述的第二分频器输出的脉冲信号的频率与所述的时钟发生器产生的时钟信号的频率固定时，则当前时刻所述的第一伺服或步进电机将移动到的位置与所

述的第二伺服或步进电机将移动到的位置成线性关系，实现直线平面运动；

如果当前时刻所述的第一分频器输出的脉冲信号的频率为 $X^2+Y^2=C$ 的对 X 的导数，且所述的第二分频器输出的脉冲信号的频率为 $X^2+Y^2=C$ 的对 Y 的导数时，则实现圆弧平面运动，其中，X 为前一时刻所述的第一伺服或步进电机的位置，Y 为前一时刻所述的第二伺服或步进电机的位置，C 为常数。

一种实现平面运动的伺服或步进电机控制系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种平面运动控制技术，尤其是涉及一种实现平面运动的伺服或步进电机控制系统及控制方法。

背景技术

[0002] 平面运动具有二维控制驱动的特点，平面运动在现代数控装备和其它超精密加工设备中具有广阔的应用前景，尤其在各种经济型数控系统中的运用比较广泛，如应用于激光加工系统中的激光切割机、激光划片机等，因此平面运动受到了学术界和工业界的广泛关注。在半导体前道加工装备领域中，要求平面运动的电机的运动精度达到亚微米级甚至纳米级，然而仅靠提高机械部件与电气执行部件自身精度来实现，不仅代价高昂而且难以实现高速度，因此最合适的方法是结合软硬件方法来提高精度。

[0003] 目前，常见的电机平面运动联动技术一般采用软件方法，即采用现有的直线插补技术和圆弧插补技术来实现，但这种采用软件方法实现电机平面运动联动的技术受控制电机速度的限制，不能同时满足高速度与高精度。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种实现平面运动的伺服或步进电机控制系统及控制方法，其能够有效地提高伺服或步进电机控制的速度和精度，能够实现直线平面运动和圆弧平面运动。

[0005] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为：一种实现平面运动的伺服或步进电机控制系统，其特征在于包括时钟发生器、PLD 芯片、第一伺服或步进电机和第二伺服或步进电机，所述的 PLD 芯片内置有控制器、用于速度控制的预分频器及用于轨迹控制的第一分频器和第二分频器，所述的时钟发生器的信号输出端与所述的预分频器的信号输入端连接，所述的预分频器的信号输出端分别与所述的第一分频器的信号输入端和所述的第二分频器的信号输入端连接，所述的控制器控制所述的第一分频器的分频数和所述的第二分频器的分频数，所述的第一分频器的信号输出端与所述的第一伺服或步进电机连接，所述的第二分频器的信号输出端与所述的第二伺服或步进电机连接，所述的第一伺服或步进电机和所述的第二伺服或步进电机同步移动。

[0006] 该伺服或步进电机控制系统还包括嵌入式处理器，所述的嵌入式处理器分别与所述的控制器和所述的预分频器连接，所述的嵌入式处理器输出实现直线平面运动的参数或实现圆弧平面运动的参数给所述的控制器，所述的嵌入式处理器控制所述的预分频器的分频数。

[0007] 如果当前时刻所述的第一分频器的信号输出端输出的脉冲信号的频率与所述的时钟发生器产生的时钟信号的频率固定，且所述的第二分频器的信号输出端输出的脉冲信号的频率与所述的时钟发生器产生的时钟信号的频率固定时，则当前时刻所述的第一伺服或步进电机将移动到的位置与所述的第二伺服或步进电机将移动到的位置成线性关系，实

现直线平面运动；

[0008] 如果当前时刻所述的第一分频器的信号输出端输出的脉冲信号的频率为 $X^2+Y^2=C$ 的对 X 的导数，且所述的第二分频器的信号输出端输出的脉冲信号的频率为 $X^2+Y^2=C$ 的对 Y 的导数时，则实现圆弧平面运动，其中，X 为前一时刻所述的第一伺服或步进电机的位置，Y 为前一时刻所述的第二伺服或步进电机的位置，C 为常数。

[0009] 一种实现平面运动的伺服或步进电机控制方法，其特征在于包括以下步骤：

[0010] ①由时钟发生器产生时钟信号，并传输时钟信号给内置于 PLD 芯片内的预分频器，由预分频器对接收到的时钟信号进行分频处理，得到预分频后的脉冲信号，然后由预分频器传输预分频后的脉冲信号给内置于 PLD 芯片内的第一分频器和第二分频器；

[0011] ②由第一分频器和第二分频器分别对各自接收到的脉冲信号进行分频处理，得到再次分频后的脉冲信号，其中，第一分频器的分频数和第二分频器的分频数由内置于 PLD 芯片内的控制器自动控制，通过改变第一分频器的分频数和第二分频器的分频数实现轨迹控制；

[0012] ③由第一分频器输出的脉冲信号控制第一伺服或步进电机移动，同时由第二分频器输出的脉冲信号控制第二伺服或步进电机移动，实现对第一伺服或步进电机的转速和第二伺服或步进电机的转速的同步控制，进而实现平面轨迹控制。

[0013] 所述的步骤①中预分频器的分频数由嵌入式处理器控制，通过改变预分频器的分频数实现第一伺服或步进电机和第二伺服或步进电机的速度控制。

[0014] 如果当前时刻所述的第一分频器输出的脉冲信号的频率与所述的时钟发生器产生的时钟信号的频率固定，且所述的第二分频器输出的脉冲信号的频率与所述的时钟发生器产生的时钟信号的频率固定时，则当前时刻所述的第一伺服或步进电机将移动到的位置与所述的第二伺服或步进电机将移动到的位置成线性关系，实现直线平面运动；

[0015] 如果当前时刻所述的第一分频器输出的脉冲信号的频率为 $X^2+Y^2=C$ 的对 X 的导数，且所述的第二分频器输出的脉冲信号的频率为 $X^2+Y^2=C$ 的对 Y 的导数时，则实现圆弧平面运动，其中，X 为前一时刻所述的第一伺服或步进电机的位置，Y 为前一时刻所述的第二伺服或步进电机的位置，C 为常数。

[0016] 与现有技术相比，本发明的优点在于：

[0017] 1）本发明的控制系统利用同一个时钟信号实现对两个伺服或步进电机的同步控制，这样不仅可以更加方便地对两个伺服或步进电机同步控制，而且可以控制两个伺服或步进电机联动产生的平面运动的合成速度；同时由于充分利用了控制器、预分频器、第一分频器和第二分频器等硬件资源，因此使得实时控制的速度更快、精度可以更高。

[0018] 2）本发明的控制系统及控制方法通过改变预分频器输出的脉冲信号的频率，可以解决第一伺服或步进电机和第二伺服或步进电机的速度控制问题；通过改变第一分频器和第二分频器输出的脉冲信号的频率可以控制第一伺服或步进电机和第二伺服或步进电机联动实现直线平面运动或圆弧平面运动，解决轨迹问题。

附图说明

[0019] 图 1 为本发明的实现平面运动的伺服或步进电机控制系统的组成框图。

具体实施方式

[0020] 以下结合附图实施例对本发明作进一步详细描述。

[0021] 实施例一：

[0022] 本实施例提出的一种实现平面运动的伺服或步进电机控制系统，如图 1 所示，其包括时钟发生器 1、PLD（Programmable Logic Device，可编程逻辑器件）芯片 2、第一伺服或步进电机 31、第二伺服或步进电机 32 和常规的嵌入式处理器 4，PLD 芯片 2 内置有控制器 21、用于速度控制的预分频器 22 及用于轨迹控制的第一分频器 23 和第二分频器 24，嵌入式处理器 4 分别与控制器 21 和预分频器 22 连接，嵌入式处理器 4 输出实现直线平面运动的参数（如直线的斜率等参数）或实现圆弧平面运动的参数（如圆弧的半径等参数）给控制器 21，嵌入式处理器 4 控制预分频器 22 的分频数，时钟发生器 1 的信号输出端与预分频器 22 的信号输入端连接，预分频器 22 的信号输出端分别与第一分频器 23 的信号输入端和第二分频器 24 的信号输入端连接，控制器 21 控制第一分频器 23 的分频数和第二分频器 24 的分频数，第一分频器 23 的信号输出端与第一伺服或步进电机 31 连接，第二分频器 24 的信号输出端与第二伺服或步进电机 32 连接，第一分频器 23 输出脉冲信号控制第一伺服或步进电机 31 移动，同时第二分频器 24 输出脉冲信号控制第二伺服或步进电机 32 移动，第一伺服或步进电机 31 和第二伺服或步进电机 32 同步移动。

[0023] 本实施例的伺服或步进电机控制系统可控制第一伺服或步进电机 31 和第二伺服或步进电机 32 同步移动实现直线平面运动和圆弧平面运动，如果当前时刻第一分频器 23 的信号输出端输出的脉冲信号的频率与时钟发生器 1 产生的时钟信号的频率固定（即当前时刻第一伺服或步进电机 31 将输出的信号的频率与时钟发生器 1 产生的时钟信号的频率成线性关系），且第二分频器 24 的信号输出端输出的脉冲信号的频率与时钟发生器 1 产生的时钟信号的频率固定时（即当前时刻第二伺服或步进电机 32 将输出的信号的频率与时钟发生器 1 产生的时钟信号的频率成线性关系），则当前时刻第一伺服或步进电机 31 将移动到的位置与第二伺服或步进电机 32 将移动到的位置成线性关系，这样就实现了伺服或步进电机联动产生直线平面运动的目的；控制第一伺服或步进电机 31 和第二伺服或步进电机 32 联动实现圆弧平面运动时，通过以时钟发生器 1 产生的时钟信号为基准，使第一伺服或步进电机 31 的位置由时钟信号的频率、第一伺服或步进电机 31 的位置和第二伺服或步进电机 32 的位置决定，第二伺服或步进电机 32 的位置由时钟信号的频率、第一伺服或步进电机 31 的位置和第二伺服或步进电机 32 的位置决定，第一伺服或步进电机 31 和第二伺服或步进电机 32 下一时刻的运动方式就是当前时刻的位置的切线的直线运动，即如果当前时刻第一分频器 23 的信号输出端输出的脉冲信号的频率为 $X^2+Y^2=C$ 的对 X 的导数，且第二分频器 24 的信号输出端输出的脉冲信号的频率为 $X^2+Y^2=C$ 的对 Y 的导数时，则实现第一伺服或步进电机 31 和第二伺服或步进电机 32 联动产生十分接近圆弧轨迹的圆弧平面运动，其中，X 为前一时刻第一伺服或步进电机 31 的位置，Y 为前一时刻第二伺服或步进电机 32 的位置，C 为常数，其值由嵌入式处理器 4 给出。

[0024] 在本实施例中，预分频器 22、第一分频器 23 和第二分频器 24 均采用现有的分频器。预分频器 22 的分频数由嵌入式处理器 4 给出，通过改变预分频器 22 的分频数可改变第一伺服或步进电机 31 和第二伺服或步进电机 32 联动的速度控制，也决定了平面运动的速度，如果预分频器 22 输出的脉冲信号的频率较高，则实现的平面运动的速度越高；同时

通过设置预分频器 22，可使得本实施例的伺服或步进电机控制系统在第一伺服或步进电机 31 和第二伺服或步进电机 32 匀速、加速、减速运动情况下均能实现直线平面运动或圆弧平面运动。第一分频器 23 和第二分频器 24 的分频数由控制器 21 控制，通过改变第一分频器 23 和第二分频器 24 的分频数可实现第一伺服或步进电机 31 和第二伺服或步进电机 32 联动的运动轨迹控制，由于第一分频器 23 和第二分频器 24 的分频数直接由控制器 21 控制，不需要嵌入式处理器在过程中干预，因此很好地解决了速度上的响应问题；在实现直线平面运动时，第一分频器 23 和第二分频器 24 的分频数均是固定的，两者即成线性关系，在实现圆弧平面运动时，第一分频器 23 和第二分频器 24 的分频数均是变化的。

[0025] 实施例二：

[0026] 本实施例提出的一种实现平面运动的伺服或步进电机控制方法建立于实施例一提出的伺服或步进电机控制系统的基础上，其包括以下步骤：

[0027] ①由时钟发生器 1 产生时钟信号，并传输时钟信号给内置于 PLD 芯片 2 内的预分频器 22，利用预分频器 22 对接收到的时钟信号进行分频处理，得到预分频后的脉冲信号，然后由预分频器 22 传输预分频后的脉冲信号给内置于 PLD 芯片 2 内的第一分频器 23 和第二分频器 24。

[0028] ②由第一分频器 23 和第二分频器 24 分别对各自接收到的脉冲信号进行分频处理，得到再次分频后的脉冲信号，其中，第一分频器 23 的分频数和第二分频器 24 的分频数由内置于 PLD 芯片 2 内的控制器 21 控制，通过改变第一分频器 23 的分频数和第二分频器 24 的分频数实现轨迹控制，其中，预分频器的分频数由嵌入式处理器控制，通过改变预分频器的分频数实现第一伺服或步进电机和第二伺服或步进电机的速度控制。

[0029] ③由第一分频器 23 输出的脉冲信号控制第一伺服或步进电机 31 移动，同时由第二分频器 24 输出的脉冲信号控制第二伺服或步进电机 32 移动，实现对第一伺服或步进电机 31 的转速和第二伺服或步进电机 32 的转速的同步控制，进而实现平面运动，如果当前时刻第一分频器 23 输出的脉冲信号的频率与时钟发生器 1 产生的时钟信号的频率固定（即当前时刻第一伺服或步进电机 31 将输出的信号的频率与时钟发生器 1 产生的时钟信号的频率成线性关系），且第二分频器 24 输出的脉冲信号的频率与时钟发生器 1 产生的时钟信号的频率固定时（即当前时刻第二伺服或步进电机 32 将输出的信号的频率与时钟发生器 1 产生的时钟信号的频率成线性关系），则当前时刻第一伺服或步进电机 31 将移动到的位置与第二伺服或步进电机 32 将移动到的位置成线性关系，实现直线平面运动；如果当前时刻第一分频器 23 输出的脉冲信号的频率为 $X^2+Y^2=C$ 的对 X 的导数，且第二分频器 24 输出的脉冲信号的频率为 $X^2+Y^2=C$ 的对 Y 的导数时，则实现圆弧平面运动，其中，X 为前一时刻第一伺服或步进电机 31 的位置，Y 为前一时刻第二伺服或步进电机 32 的位置，C 为常数。

[0030] 在本实施例中，控制第一伺服或步进电机 31 和第二伺服或步进电机 32 联动实现直线平面运动的过程为：假设用 X 表示第一伺服或步进电机 31 的位置，用 Y 表示第二伺服或步进电机 32 的位置；外部进行相应的设置：设置第一伺服或步进电机 31 的位置 X 与第二伺服或步进电机 32 的位置 Y 的比例系数为 k，使第一伺服或步进电机 31 的位置 X 与第二伺服或步进电机 32 的位置 Y 成 Y=kX 的线性关系；先启动电源，这时时钟发生器 1 会产生时钟信号，并输入时钟信号到 PLD 芯片 2 内置的预分频器 22，预分频器 22 输出的脉冲信号给第一分频器 23 和第二分频器 24，由于第一伺服或步进电机 31 的位置 X 与第二伺服或步进电

机 32 的位置 Y 与时钟信号的频率 f 分别成线性关系，即 X=k1×f，Y=k2×f，则第一伺服或步进电机 31 与第二伺服或步进电机 32 的转速分别与时钟信号成线性关系，这样通过改变两个比例系数 k1 和 k2 来实现第一伺服或步进电机 31 与第二伺服或步进电机 32 的位置成线性关系的控制，控制第一伺服或步进电机 31 与第二伺服或步进电机 32 联动即可实现第一伺服或步进电机 31 与第二伺服或步进电机 32 联动的直线平面运动。

[0031] 在本实施例中，控制第一伺服或步进电机 31 和第二伺服或步进电机 32 联动实现圆弧平面运动的过程为：假设用 X 表示第一伺服或步进电机 31 的位置，用 Y 表示第二伺服或步进电机 32 的位置；外部进行相应的设置，如圆弧半径、弧长等；先启动电源，这时时钟发生器 1 会产生时钟信号，并输入时钟信号到 PLD 芯片 2 内置的预分频器 22，预分频器 22 输出的脉冲信号给第一分频器 23 和第二分频器 24，由于第一伺服或步进电机 31 下一时刻的位置受第一伺服或步进电机 31 前一时刻的位置和第二伺服或步进电机 32 前一时刻的位置的影响，即第一伺服或步进电机 31 下一时刻的位置是第一伺服或步进电机 31 前一时刻的位置、第二伺服或步进电机 32 前一时刻的位置的函数，同样，第二伺服或步进电机 32 下一时刻的位置受第一伺服或步进电机 31 前一时刻的位置和第二伺服或步进电机 32 前一时刻的位置的影响，即第二伺服或步进电机 32 下一时刻的位置是第一伺服或步进电机 31 前一时刻的位置、第二伺服或步进电机 32 前一时刻的位置的函数。通过两个函数之间的关系，实现对第一伺服或步进电机 31 和第二伺服或步进电机 32 的联合控制，实现第一伺服或步进电机 31 和第二伺服或步进电机 32 联动做圆弧平面运动。

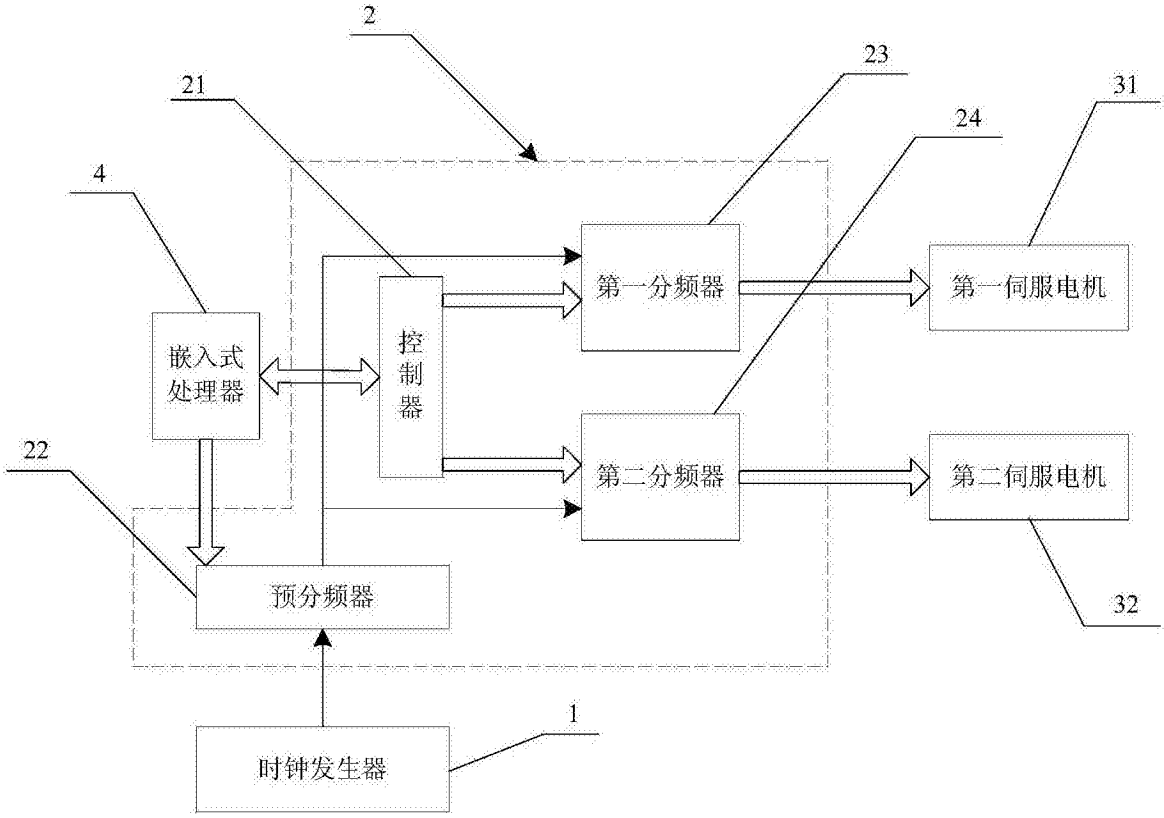

2
21
23
31
24
4
第一分频器
第一伺服电机
嵌入式
处理器
控
制
器
第二分频器
第二伺服电机
22
预分频器
32
1
时钟发生器

图 1