

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101266154 B

(45) 授权公告日 2012. 01. 04

(21) 申请号 200810085717. 5

JP 特开 2003-14440 A, 2003. 01. 15, 全文 .

(22) 申请日 2008. 03. 13

CN 1773220 A, 2006. 05. 17,

(30) 优先权数据

审查员 李保安

2007-068620 2007. 03. 16 JP

(73) 专利权人 大隈株式会社

地址 日本爱知县

(72) 发明人 林康一

(74) 专利代理机构 北京金信立方知识产权代理

有限公司 11225

代理人 黄威 徐金伟

(51) Int. Cl.

G01D 5/244 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 平 4-136715 A, 1992. 05. 11, 全文 .

JP 特开 2005-156348 A, 2005. 06. 16, 全文 .

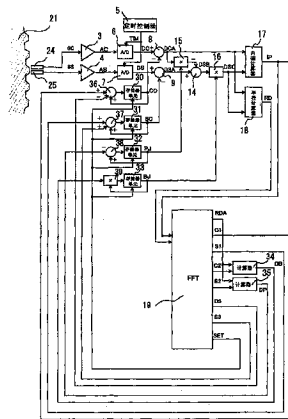
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

位置检测器

(57) 摘要

本发明涉及一种用于检测目标位移的位置检测器。设置有两个位置传感器,用于输出两种信号,所述信号关于目标位移以波长  $\lambda$  的间距进行正弦变化,并且具有相互以 90 度转换的相位。存储器单元在其中存储了用于两种信号的偏移值,两个减法器分别从所述两种信号中消除偏移值。消除偏移之后的所述两种信号在内插计算器中被转换为位置数据。半径计算器计算两种信号在偏移消除之后的半径值。FFT 基于位置数据和半径值计算偏移值,并且所述计算出的偏移值被用于更新存储在存储器单元中的值。类似地,更新用于两种信号的振幅校正值和相位差校正值。通过在每个旋转位置执行消除降低内插精度的分量,提高了内插精度。



1. 一种用于检测目标位移的位置检测器,包括:

位置传感器,其输出两种信号,所述信号关于位移以波长  $\lambda$  的间距进行正弦变化,并且具有相互以 90 度转换的相位;

偏移存储器,其存储关于从位置传感器输出的所述两种信号的偏移值;

偏移消除电路,其从输出自位置传感器的相应的两种信号中消除存储在偏移存储器中的偏移值;

内插计算器,其在所述偏移消除之后将所述两种信号转换为位置数据;

半径计算器,其在所述偏移消除之后计算所述两种信号的和的平方根;及

偏移值计算器,其基于当测量出的位移以波长  $\lambda$  的整数倍改变时通过相对于半径计算器的输出值关于位置数据的变化而执行傅立叶分析所获得的具有波长  $\lambda$  的分量,来计算偏移值;

其中利用在偏移值计算器中获得的偏移值,来更新存储在偏移存储器中的偏移值。

2. 如权利要求 1 所述的位置检测器,其中

基于通过关于在半径计算器的输出值中的变化而执行傅立叶分析所获得的具有波长  $\lambda$  的分量和具有波长  $\lambda/3$  的分量,所述偏移值计算器计算所述偏移值。

3. 如权利要求 1 所述的位置检测器,进一步包括:

振幅比较正值存储器,其存储关于从所述位置传感器输出的所述两种信号的振幅比较正值;及

振幅比较正值计算器,其基于当测量出的位移以波长  $\lambda/2$  的整数倍改变时所获得的位置数据和来自半径计算器的输出值,来计算待存储于振幅比较正值存储器中的振幅比较正值;

其中利用在振幅比较正值计算器中获得的振幅比较正值,来更新存储在振幅比较正值存储器中的振幅比较正值。

4. 如权利要求 3 所述的位置检测器,进一步包括:

相位差校正正值存储器,其存储关于从所述位置传感器输出的所述两种信号的相位差校正正值;及

相位差校正正值计算器,其基于当测量出的位移以波长  $\lambda/2$  的整数倍改变时通过相对于半径计算器的输出值关于位置数据的变化而执行傅立叶分析所获得的具有波长  $\lambda/2$  的分量,来计算相位差校正正值;

其中利用在相位差校正正值计算器中获得的相位差校正正值,来更新存储在相位差校正正值存储器中的相位差校正正值。

5. 如权利要求 1 所述的位置检测器,进一步包括:

相位差校正正值存储器,其存储关于从所述位置传感器输出的所述两种信号的相位差校正正值;及

相位差校正正值计算器,其基于当测量出的位移以波长  $\lambda/2$  的整数倍改变时所获得的位置数据和来自半径计算器的输出值,来计算待存储于相位差校正正值存储器中的相位差校正正值;

其中利用在相位差校正正值计算器中获得的相位差校正正值,来更新存储在相位差校正正值存储器中的相位差校正正值。

6. 一种用于检测目标位移的位置检测器,包括:

位置传感器,其输出两种信号,所述信号关于位移以波长  $\lambda$  的间距进行正弦变化,并且具有相互以 90 度转换的相位;

振幅比较正值存储器,其存储关于从位置传感器输出的所述两种信号的振幅比较正值;

振幅比较校正电路,其依据存储于振幅比较正值存储器中的振幅比较正值,来校正从位置传感器输出的所述两种信号的振幅比;

内插计算器,其在所述振幅比较校正之后将所述两种信号转换为位置数据;

半径计算器,其在所述振幅比较校正之后计算所述两种信号的和的平方根;及

振幅比较正值计算器,其基于当测量出的位移以波长  $\lambda/2$  的整数倍改变时通过相对于半径计算器的输出值关于位置数据的变化而执行傅立叶分析所获得的具有波长  $\lambda/2$  的分量,来计算振幅比较正值;

其中利用在振幅比较正值计算器中获得的振幅比较正值,来更新存储在振幅比较正值存储器中的振幅比较正值。

7. 一种用于检测目标位移的位置检测器,包括:

位置传感器,其输出两种信号,所述信号关于位移以波长  $\lambda$  的间距进行正弦变化,并且具有相互以 90 度转换的相位;

相位差校正值存储器,其存储关于从位置传感器输出的所述两种信号的相位差校正值;

相位差校正电路,其依据存储于相位差校正值存储器中的相位差校正值,来校正从位置传感器输出的所述两种信号的相位差;

内插计算器,其在所述相位差校正之后将所述两种信号转换为位置数据;

半径计算器,其在所述相位差校正之后计算所述两种信号的和的平方根;及

相位差校正值计算器,其基于当测量出的位移以波长  $\lambda/2$  的整数倍改变时通过相对于半径计算器的输出值关于位置数据的变化而执行傅立叶分析所获得的具有波长  $\lambda/2$  的分量,来计算相位差校正值;

其中利用在相位差校正值计算器中获得的相位差校正值,来更新存储在相位差校正值存储器中的相位差校正值。

## 位置检测器

[0001] 优先权信息

[0002] 本发明要求于 2007 年 3 月 16 日提交的申请号为 2007-068620 的日本专利申请的优先权,其在此被全文引用作为参考。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及位置检测器,其将来自位置传感器的输出信号转换为位置信息,所述位置传感器输出两种信号,这两种信号相对于测量出的位移以波长  $\lambda$  的间距做正弦变化,并且具有相互以 90 度转换的相位。

### 背景技术

[0004] 在机床转台的旋转轴或类似物处,先前采用的传动方案是通过将诸如蜗轮的减速齿轮与伺服电动机结合而完成的。然而,使用减速齿轮的传动方案的不利之处在于:由于齿隙而出现精度降低,并且限制了转速的增加。因此,在近几年来,一种电动机直接传动方案已经应用到转轴,所述方案是通过合并内置发动机来促使达到高精度和高速度而实现的。

[0005] 在机床转台或类似物中,通常使用高精度的位置检测器用于在执行位置控制中提供反馈。为了增加所述位置检测精度,利用位置传感器来配置这些位置检测器,所述位置传感器输出两种信号,所述信号关于测量出的位移以小间距进行正弦变化,并且具有相互以 90 度转换的相位。使用这种位置传感器是因为:即使在通过执行关于两种信号的内插处理所获得的所述间距内的解析精度(下文中称为内插精度)不佳时,只要所述间距很小,所述内插精度影响实际的位置检测精度的比率就保持很小。

[0006] 然而,在这类位置检测器中,当以高速执行围绕轴的旋转时,输出信号的频率变得非常高。由于这个原因,还没有可以以高转速使用的这类位置检测器。从而,由有助于高速旋转的电动机直接传动方案来传动的旋转轴在高速性能上受到现有位置检测器的限制。

[0007] 按照该背景,需要一种位置检测器,即使在使用响应于测量出的位移而输出具有长间距信号的位置传感器时,其也能够提高内插精度。这种类型的位置检测器在 JP 4-136715A、JP 2003-14440A 和 JP 2005-156348A 等等中公开。

### 发明内容

[0008] 根据本发明,基于通过关于与利萨佐斯(Lissajous)圆的半径值对应的量中的变化执行傅立叶分析所获得的值,诸如偏移、相位差和振幅比等降低内插精度的分量被定量地确定,所述利萨佐斯圆的半径值是两种信号的和的平方根,所述两种信号关于测量出的位移以波长  $\lambda$  的间距进行正弦变化,并且具有相互以 90 度转换的相位。关于在存在诸如偏移、相位差和振幅比等降低内插精度的分量的情况下所发生的半径值中的变化,作为利用电子表格工具等执行数值分析的结果,发现在等于或至少约为所述降低分量的 1/2 的量中发生变化。另外,发现当所述两种信号中的一种包括偏移误差时,半径值以波长  $\lambda$  的余弦波形式改变,并且当两种信号中的另一种包括偏移误差时,半径值以波长  $\lambda$  进行正弦变

化。此外,发现当在两种信号之间存在幅度差时,半径值以波长  $\lambda/2$  的余弦波形式改变。还发现当在两种信号之间存在相位差时,半径值以波长  $\lambda/2$  进行正弦变化。另外,发现当所述两种信号中的一种包括二次谐波失真时,半径值分别以具有相同振幅以及波长  $\lambda$  和  $\lambda/3$  的两种正弦波形式变化,并且当所述两种信号中的另一种包括二次谐波失真分量时,半径值分别以具有相同幅度以及波长  $\lambda$  和  $\lambda/3$  的两种余弦波形式变化。显然半径值中发生的作为变量的变化与以波长  $\lambda$  的间距变化的两种信号的改变量相比较小。

[0009] 根据本发明,基于少量变化的半径值,来定量地确定诸如偏移、相位差和振幅比等降低内插精度的分量。因此,即使当测量出的位移仅为  $\lambda$  或  $\lambda/2$  的轻微改变时,也可以准确地确定偏移、相位差和振幅比。因此,精确地确定在依靠位置波动的所述偏移、相位差和振幅比中的改变,消除那些精度降低分量,以及由此大大地提高内插精度是可能的。结果,在位置传感器中可同时达到高精度和高速度。

### 附图说明

[0010] 图 1 为示出根据本发明的实施方式的位置检测器的方框图;

[0011] 图 2 为示出位置检测器的基本结构的图;

[0012] 图 3 为示出图 2 中所示的信号处理电路的内插操作的方框图。

### 具体实施方式

[0013] 下面将参考附图描述本发明的实施方式。

[0014] 图 2 为示出位置检测器的基本结构的图。图 3 为示出图 2 中的信号处理电路 29 的内插操作的方框图。在图 2 中,固定在转轴 1 上的转子 21 由磁性构件组成,所述磁性构件在其外周上具有 36 个在一次旋转中以波长  $\lambda = 10$  度的间距的凹陷和凸起。在转子 21 的所述 36 个凸起中的一个凸起上,附着有磁性构件制成的用于指示起端的突出物 22。安装在测量目标(电动机)的非旋转部上的印刷电路板 23,位于与转子 21 的外表面邻近的一侧。在印刷电路板 23 上形成的是两种形成正弦导电图形的检测线圈 24 和 25,以及用于检测在转子 21 上的用来指示起端的突出物 22 的检测线圈 26。此外,电磁体 27 设置在印刷电路板 23 的后侧上。当使得具有 100kHz 频率的交流电  $I \cdot \sin(200000 \pi t)$  流过磁化线圈 28 时,电磁体 27 生成朝向转子 21 侧的磁化交变通量。

[0015] 在如上配置的位置传感器中,当转轴 1 旋转时,由在转子外周上的凹陷和凸起引起的磁阻中的变化用于改变所述交变通量的大小,从而电动电压 SC 和 SS 在检测线圈 24 和 25 中产生,所述电动电压 SC 和 SS 分别被调幅为旋转位移  $\theta$  的正弦值和余弦值。这些信号被输入到信号处理电路 29,分别在放大器 3 和 4 中被放大,并作为信号 AC 和 AS 输出。在图 2 的实例中,磁化信号的频率为 100kHz。假设转轴 1 的旋转角为  $\theta$ ,并且输出信号的振幅为 G,信号 AC 和 AS 可以通过下面的方程式 1 和 2 表示出:

$$[0016] \quad AC = G \cdot \cos(36 \theta) \sin(200000 \pi t) \quad (1)$$

$$[0017] \quad AS = G \cdot \sin(36 \theta) \sin(200000 \pi t) \quad (2)$$

[0018] 通过使用具有  $10 \mu s$  的周期并且从与磁化信号同步的定时控制器 5 输出的脉冲信号 TIM,通过定时地对信号 AC 和 AS 进行采样,分别在模数转换器 6 和 7 中将信号 AC 和 AS 数字化以使  $\sin(200000 \pi t) = 1$  保持为真。结果,信号 AC 和 AS 被转换为数值 DC 和 DS,

其可以通过下面的方程式 3 和 4 表示出：

$$[0019] \quad DC = G \cdot \cos(36 \theta) \quad (3)$$

$$[0020] \quad DS = G \cdot \sin(36 \theta) \quad (4)$$

[0021] 基于上述内容,可以假设图 2 中所示的在位置检测器中的位置检测传感器输出两种信号输出,这两种信号以测量出的位移的波长  $\lambda$  (10 度) 的间距进行正弦变化,并具有彼此以 90 度变换的相位。

[0022] 由于转子 21 和检测线圈 24、25 的安装条件的变化以及信号放大器的特征变化量等等,所述两个数字化值 DC、DS 包括偏移电压 COF 和 SOF,以及相位差 P 和两个信号之间的振幅比 B。因此,上述方程式 3 和 4 由下面的方程式 5 和 6 更精确地表达出：

$$[0023] \quad DC = G \cdot \cos(36 \theta) + COF \quad (5)$$

$$[0024] \quad DS = B \cdot G \cdot \sin(36 \theta) + P \cdot G \cdot \cos(36 \theta) + SOF \quad (6)$$

[0025] 正常地,当使用最初获得的原始数据形式的数值 DC、DS 执行内插处理时,内插精度变得很差。相应地,在图 2 的位置检测器中,偏移值 COF、SOF、以及用于校正两种信号间的相位差和振幅比的相位校正值得 PHJ (= P) 和振幅比校正值得 BAJ (= 1/B),其全都被包括在数值 DC 和 DS 中,并在制造所述位置检测器的时候被测量,存储在设置于位置检测器中的非易失性存储器或类似物内,并在开始位置检测之前接通电源时设定于存储器单元 10、11、12 和 13 中。通过减法器 8 和 9,将存储在存储器单元 10 和 11 中的偏移校正值得 COF 和 SOF 从数值 DC 和 DS 中减去,从而获得数值 DCA 和 DSA。在减法器 14 中,将通过存储于存储器单元 12 中的相位校正值得 PHJ 和数值 DCA 相乘而获得的值从数值 DSA 中减去,得到去除了相位误差分量的数值 DSB。此外,在乘法器 16 中,将数值 DSB 和存储于存储器单元 13 中的振幅比校正值得 BAJ 相乘,得到具有与值 DCA 的振幅基本相等的振幅的数值 DSC。在内插计算器 17 中,利用两个输入的变量,值 DCA 和 DSC 被进行反正切计算,以便转换为指示转轴 1 的 1/36 旋转中的旋转量的位置信号 IP。

[0026] 虽然由于在本发明中没有必要描述而未图示出,但是在实际的位置检测器中,执行一些处理,例如基于位置信号 IP 中的变化的计数处理,以获得转轴 1 的至少一次或多次旋转的位置数据,并且将所获得的数据输出到电动机控制器或类似物。另外,在转子 21 上的指示起端的突出物 22 经过检测线圈 26 附近时,用于增量处理的计数值可能被清零,并且之后,转轴 1 的一次旋转内的旋转位置可能被检测作为绝对位置。

[0027] 此外,通过将如 JP4-136715 所公开的具有绝对模式的盘添加到转子 21,并在印刷电路板 23 上提供多个用于读取所述绝对模式的线圈,可能在启动检测器之后立刻检测到绝对位置。

[0028] 根据图 2 中所示的传统位置检测器,可以在某种程度上提高内插精度。然而,因为所述偏移、相位差和振幅比实际上依靠旋转位置而波动,所以使用恒定的校正值得来进一步提高内插精度是非常困难的。同时,通过采用 JP 2003-14440 A 等所公开的技术,在某种程度上可以确定依靠旋转位置而变化的校正变量 COF、SOF、PHJ 和 BAJ,从而使用这些变量可以多少进一步提高内插精度。然而,根据 JP 2003-14440A 的技术,因为所述校准变量是基于在旋转位置的波长  $\lambda$  内显著变化的数值 DC 或 DS 中的变化而确定的,为了增加所述确定精度,有必要消除以波长  $\lambda$  显著变化的基波分量。在这点上,有必要通过对波长  $\lambda$  的数倍的旋转位移取平均数,以去除所述基波分量。同样地,这种技术不足以高度精确地确定在小

的旋转位移过程中的校正变量。

[0029] 相反地,在根据本发明的实施方式的位置检测器中,为每个旋转位置准确地确定使内插精度降低的分量,这些分量被包含于所述两种信号中,这两种信号关于测量出的位移以波长  $\lambda$  的间距进行正弦变化,并且具有相互以 90 度转换的相位,并且在每个旋转位置去除这些降低分量。相应地,可以增加内插精度,由此使得在位置检测器中同时达到高精度和高速度成为可能。

[0030] 图 1 为示出根据本发明的实施方式的方框图。在图 1 中,与图 3 中的方框具有相同功能的方框被赋以相同的附图标记,并且将不再重复对于那些方框的说明。

[0031] 在图 1 中,消除了偏移、相位差和振幅比之后的数值 DCA 和 DSC 将在半径计算器 18 中以下面的方程式 7 进行计算,并输出半径值 RD。

$$RD = \text{SQRT}(DCA^2 + DCC^2) \quad (7)$$

[0033] 这里, SQRT 表示平方根,  $\wedge^2$  表示平方。

[0034] 在快速傅立叶变换器 (FFT) 19 中,利用从内插计算器 17 输出的内插值 IP,在旋转位置改变  $\lambda$  的全部情况时对从半径计算器 18 输出的半径值 RD 进行快速傅立叶计算。在 FFT 19 中,通过求平均值和内插处理,计算对应于位置信号 IP 的波长  $\lambda$  的  $1/2^n$  的每次位置变化的半径值 RD 的值 (其中 n 为大于或等于 3 的整数)。另外,由此所得的  $2^n$  个的半径值 RD 被消除了倾斜改变量,然后进行快速傅立叶计算以计算一次到三次的分量。作为该傅立叶分析的结果,FFT 19 输出:对应于一次分量 (first-order component) 的具有波长  $\lambda$  的余弦分量和正弦分量,作为 C1 和 S1;对应于二次分量的具有波长  $\lambda/2$  的余弦分量和正弦分量,作为 C2 和 S2;以及对应于三次分量的具有波长  $\lambda/3$  的余弦分量和正弦分量,作为 C3 和 S3。FFT 19 还计算每次以  $\lambda$  发生的旋转位置改变时的 RD 值的平均半径,并输出所计算的值作为数值 RDA。当在每次以  $\lambda$  发生的旋转位置改变时执行的快速傅立叶计算完成时,FFT 19 输出存储命令信号 SET 到存储器单元 30、31、32 和 33。

[0035] 在计算器 36 中,将数值 C0 和数值 C1 相加,其中数值 C0 存储在存储器单元 30 中并用于从数值 DC 中消除偏移分量,数值 C1 为在 FFT 19 中计算出的半径值 RD 的波长  $\lambda$  的余弦分量,此外,减去是波长  $\lambda/3$  的余弦分量的数值 C3。一旦接收到来自 FFT 19 的存储命令信号 SET,在计算器 36 中这样计算出的值被存储到存储器单元 30 中,并被用作数值 DC 的偏移校正值。在计算器 37 中,将数值 S0 和数值 S1 相加,其中数值 S0 存储在存储器单元 31 中并用于从数值 DS 中消除偏移分量,数值 S1 为在 FFT 19 中计算出的半径值 RD 的波长  $\lambda$  的正弦分量,此外,加上是波长  $\lambda/3$  的正弦分量的数值 S3。一旦接收到来自 FFT 19 的存储命令信号 SET,在计算器 37 中这样计算出的值被存储到存储器单元 31 中,并被用作数值 DS 的偏移校正值。

[0036] 利用上述安排,在仅以波长  $\lambda$  的转动变化过程中,可能准确地确定数值 DC 和 DS 的偏移分量,并从数值 DC 和 DS 中消除所确定的分量。当二次谐波分量仅以少量包含在数值 DC 和 DS 中时,没有必要根据具有波长  $\lambda/3$  的分量利用偏移分量来执行校准。另外,原则上,不仅可以为以波长  $\lambda$  的转动变化,而且还可以为以波长  $\lambda$  的整数倍的转动变化而执行如上所述的偏移分量确定。

[0037] 在计算器 35 中,依照下面的方程式 8 对数值 S2 执行计算,结果输出数值 DP,所述数值 S2 为在 FFT 19 中计算出的半径值 RD 的波长  $\lambda/2$  的正弦分量,并且数值 RDA 为平均

半径。

$$[0038] \quad DP = 2 \cdot S2/RDA \quad (8)$$

[0039] 在减法器 38 中,将计算器 35 输出的数值 DP 从数值 PJ 中减去,其中数值 PJ 存储于存储器 32 中用于消除包含于数值 DSA 中的相位差。一旦接收到来自 FFT 的存储命令信号 SET 时,作为减法器 38 的减法的结果而获得的数值被存储到存储器单元 32 中,并被用作用于数值 DSA 的相位差校正。

[0040] 根据上述配置,在仅以波长  $\lambda$  的转动变化过程中,可能准确地确定数值 DSA 相对于数值 CDA 的相位差从 90 度偏移了多少,即,准确地确定在数值 DSA 中与数值 DCA 同相的分量,并从数值 DSA 中消除所确定的分量。虽然在上述实施方式中,为每个以波长  $\lambda$  的转动变化确定相位差,原则上,不仅可以为以波长  $\lambda$  的转动变化,而且还可以为以波长  $\lambda/2$  的整数倍的转动变化确定相位差分量。

[0041] 在计算器 34 中,依照下面的方程式 9 对数值 C2 执行计算,结果输出数值 DB,所述数值 C2 为在 FFT 19 中计算出的半径值 RD 的波长  $\lambda/2$  的余弦分量,并且数值 RDA 为平均半径。

$$[0042] \quad DB = (RDA+C2)/(RDA-C2) \quad (9)$$

[0043] 在乘法器 39 中,数值 BJ 与由计算器 34 输出的数值 DB 相乘,所述数值 BJ 存储在存储器 33 中用于消除数值 DSB 的振幅比。一旦接收到来自 FFT 的存储命令信号 SET 时,作为乘法器 39 的乘法结果而获得的数值被存储在存储器单元 33 中,并被用作用于数值 DSB 的振幅比校正。

[0044] 根据上述配置,在仅以波长  $\lambda$  的转动变化过程中,可能准确地确定数值 DSB 相对于数值 DSA 的振幅比从 1 偏移的量,并从数值 DSB 中消除所确定的量。虽然在上述实施方式中,为每个以波长  $\lambda$  的转动变化确定振幅比降低量,但是原则上,不仅可以为以波长  $\lambda$  的转动变化,而且还可以为以波长  $\lambda/2$  的整数倍的转动变化确定振幅比降低量。



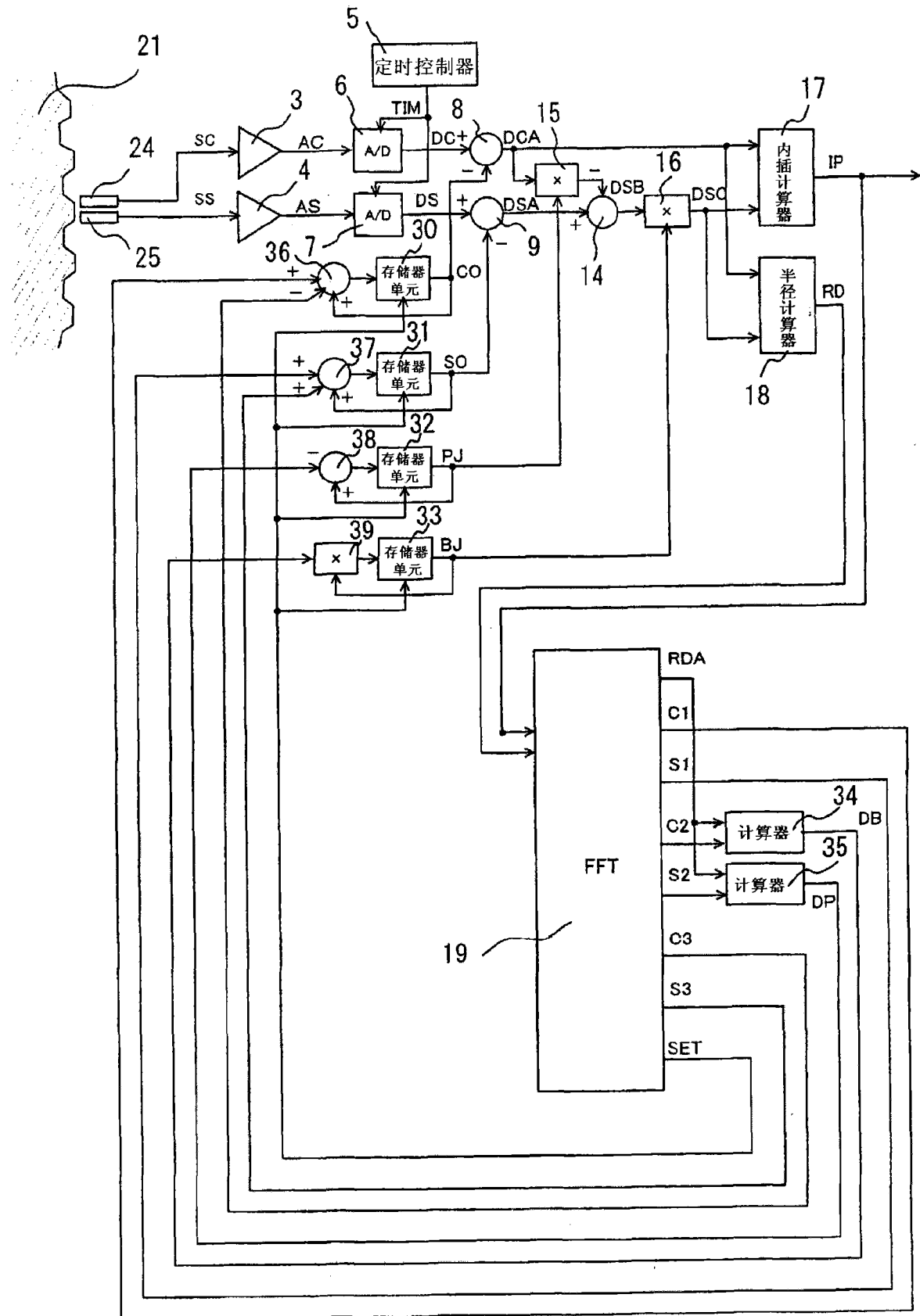


图 1

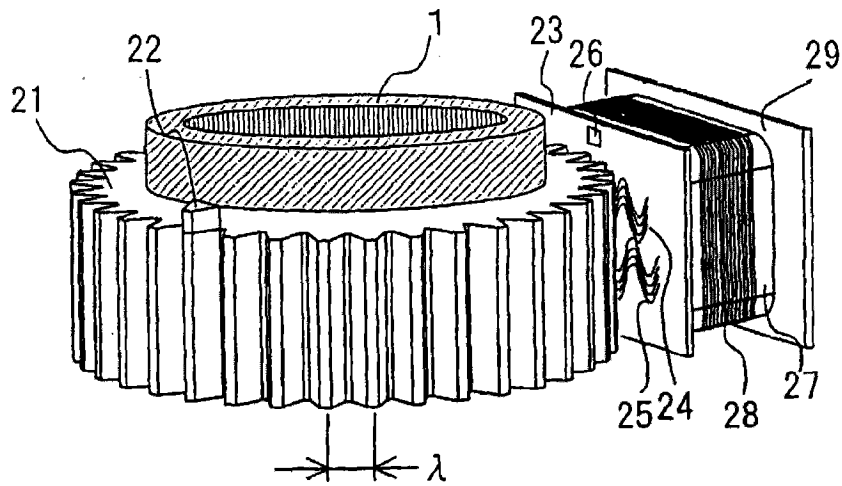


图 2

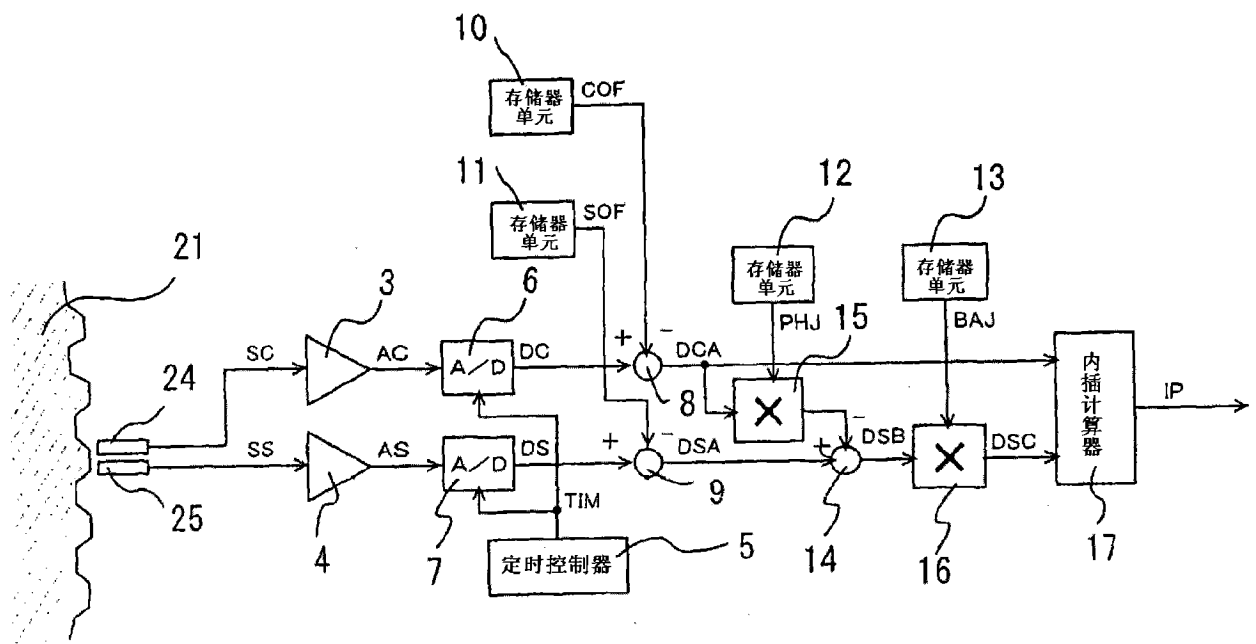


图 3