

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200310115752.4

[51] Int. Cl.

G01P 3/487 (2006.01)

F16C 41/00 (2006.01)

F16C 19/52 (2006.01)

G01D 5/245 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 6 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 100394188C

[22] 申请日 2003.11.28

[21] 申请号 200310115752.4

[73] 专利权人 NTN 株式会社

地址 日本国大阪府

[72] 发明人 小池孝志 石河智海

[56] 参考文献

CN 1412564 A 2003.4.23

US 4369405 1983.1.18

US 5900727 A 1999.5.4

JP 2002-296288 A 2002.10.9

US 4257040 1981.3.17

JP 2002-174258 A 2002.6.21

US 5302893 A 1994.4.12

US 5663641 A 1997.9.2

审查员 陈海英

[74] 专利代理机构 北京三幸商标专利事务所

代理人 刘激扬

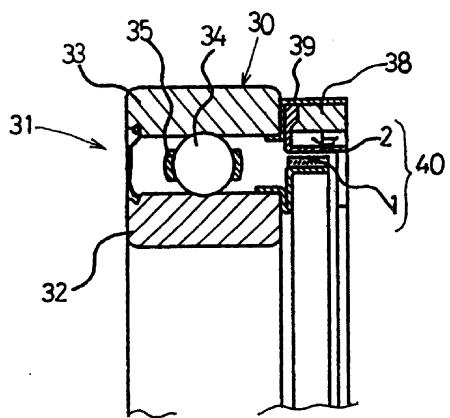
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 8 页

[54] 发明名称

带旋转传感器的轴承及使用该轴承的电动机

[57] 摘要

本发明涉及一种带旋转传感器的轴承及使用该轴承的电动机，其使泄漏磁通的输出信号的占空比变化量达到最小程度，即使在外加泄漏磁通的使用环境下，仍可获得稳定的传感器输出。在旋转侧的滚动轴承圈(32)上，设置按照 N 极、S 极交替的方式进行磁特性磁化的受检测部(1)。按照与该受检测部(1)对置的方式，在固定侧的滚动轴承圈(33)上，设置磁性检测部(2)。该磁性检测部(2)由沿周向多个并排设置的模拟输出的磁性传感器(2a, 2b)构成。设置将邻接的 2 个磁性传感器的差动输出作为 1 个相位量的编码信号而处理的差动输出发生机构(7)。



1.一种带旋转传感器的轴承，其中，在滚动轴承的内部，设置有检测旋转体的旋转速度的旋转传感器装置，该滚动轴承包括分别形成滚动轴承圈的内圈和外圈，以及收纳于该内外滚动轴承圈之间的多个滚动体，其特征在于：

上述旋转传感器装置由受检测部和磁性检测部构成，该受检测部安装于上述内外滚动轴承圈中的旋转侧的滚动轴承圈上，按照沿圆周方向 N 极、S 极交替的方式进行磁特性的磁化，该磁性检测部按照与该受检测部对置的方式，安装于固定侧的滚动轴承圈上，该磁性检测部具有模拟输出的磁性传感器，该磁性传感器按照沿圆周方向多个并排的方式设置，设置差动输出发生机构，该差动输出发生机构将 2 个磁性传感器的差动输出作为 1 个相位量的编码信号而处理，获取差动输出的 2 个磁性传感器分别为霍尔元件，设置输出基准电压一致处理机构，该机构按照以这 2 个霍尔元件中的一个的输出中点为基准电压，另一霍尔元件的输出中点成为与上述基准电压基本相同的电压的方式，对另一霍尔元件的电源电压进行控制。

2.根据权利要求 1 所述的带旋转传感器的轴承，其特征在于获取差动输出的 2 个磁性传感器按照具有基本为 180 度的磁相位差的方式设置，该磁相位差为受检测部的按照 N 极、S 极交替的方式磁化的反复磁相位中的相位差。

3.根据权利要求 1 所述的带旋转传感器的轴承，其特征在于获取差动输出的 2 个磁性传感器设置于固定侧滚动轴承圈的 90 度以内的范围内。

4.根据权利要求 1 所述的带旋转传感器的轴承，其特征在于

上述磁性检测部所采用的磁性传感器处于低灵敏度的状态，该低灵敏度的状态为即使在施加该带旋转传感器的轴承的使用环境的外部磁场的情况下，仍处于非输出饱和程度。

5.一种电动机，该电动机包括外壳、固定于该外壳上的定子、按照与该定子对置的方式设置，固定于旋转轴上的转子，其特征在于上述旋转轴的支承采用权利要求 1 所述的带旋转传感器的轴承。

## 带旋转传感器的轴承及使用该轴承的电动机

### 技术领域

本发明涉及带旋转传感器的轴承，特别是涉及广泛使用的电动机那样的、在产生较大的磁场的附近使用的带旋转传感器的轴承。

### 背景技术

图 8 为过去的带旋转传感器的轴承的纵向剖视图。在图 8 中，带旋转传感器的轴承 51 由通过内圈 52，外圈 53，滚动体 54 和保持器 55 组成的滚动轴承构成，在旋转侧(比如，内圈 52 侧)，固定环状的磁性编码器 56。在非旋转侧(比如，外圈 53 侧)，按照与上述磁性编码器 56 对置的方式固定有由霍尔元件等形成的磁性传感器 57。该磁性编码器 56 由橡胶磁石等形成，沿圆周方向，按照 N 极和 S 极交替的方式进行磁化。该磁性传感器 57 按照插入到树脂外壳 58 内的方式，通过树脂模制，该树脂外壳 58 通过金属外壳 59，与外圈 53 嵌合，由此，固定于外圈 53 上。

通过象这样构成，伴随内圈 52 的旋转，磁性传感器 57 对磁性编码器 56 的磁性变化进行检测，该检测信号为图 9 那样的增量旋转脉冲信号。可根据该信号，了解内圈 52 的旋转次数、旋转方向。这样的带旋转传感器的轴承是小型的、并且无需装配调整，另外具有牢固的特点，用于电动机支承轴承等处。

参照日本第 174258/2002 号发明专利申请公开公报

但是，在产生较大磁场的线圈、磁石的磁路内，装配图 8 所

示的带旋转传感器的轴承的场合，由于外部磁场的泄漏磁通，会产生带旋转传感器的轴承 51 的输出发生误动作的情况。

下面以例如象图 10 所示的那样，将带旋转传感器的轴承装配于电动机上的场合为实例进行描述。在该图所示的实例中，装配于旋转轴 62 上的转子 61 通过前侧轴承 64 和装配有旋转传感器的后侧轴承 65，支承于外壳 63 上，定子 60 固定于外壳 63 上。在较大的电流流过定子 60 的场合，不能够忽视磁通的流过，象该图中的箭头所示的那样，产生从转子 60，通过旋转轴 62，以及内圈 52，外圈 53，外壳 63，返回到定子 60 的磁回路。另外，如果电流的流向相反，则磁回路为相反方向。

此时，如果在内圈 52 和外圈 53 之间，卸除滚动体 54 和保持器 55，由于非磁性部分占主体，磁阻增加，故磁通容易泄漏，该泄漏磁通对磁性传感器 57 造成影响。

一般，磁性传感器 57 采用由霍尔元件与将该霍尔元件的输出信号转换为数字信号的 IC 构成的霍尔 IC、MR 元件(磁阻元件)等。图 11 为霍尔 IC 的内部组成实例。除了具有检测磁性的霍尔元件 71 以外，还具有放大电路 72、施密特触发电路 73、输出晶体管 74。霍尔 IC 具有伴随磁场的强弱，实现通、断的开关类型，与磁石的 S 极和 N 极交替地施加，切换接通、断开的交替磁场类型这两种，但是，旋转传感器一般采用后者的交替磁场类型。在这里，以采用图 11 所示的霍尔 IC 的场合为实例，对泄漏磁通的影响进行说明。

在没有泄漏磁通的场合，象图 12 所示的那样，伴随磁性编码器 56(图 8)的旋转，在磁性传感器 57 的霍尔 IC 上，外加交替磁场。该霍尔元件的模拟输出每当超过阈值时，转换为反复进行通断的脉冲信号，该输出的占空比( $T_p/T_n$ )约为 50%。

在这里，如果从外部外加泄漏磁通，则象图 13A 所示的那样，外加于作为磁性传感器的霍尔 IC 上的交替磁场伴随泄漏磁通的方向，沿上下偏移。由此，对于作为磁性传感器的霍尔 IC 的输出，象图 13B，图 13C 那样，占空比发生变化。另外，具有泄漏磁通越强，其偏移量越大，输出脉冲缺损，输出无法完全实现等的缺点。

### 发明内容

本发明的目的在于提供一种带旋转传感器的轴承，该带旋转传感器的轴承可减少因流过磁性传感器的泄漏磁通的影响，编码信号发生混乱的情况，可获得稳定的传感器输出。

本发明的另一目的在于提供一种电动机，该电动机不受电动机驱动用的磁通的影响，可正确地进行旋转检测。

本发明的带旋转传感器的轴承涉及下述轴承，其中，在滚动轴承的内部，设置有检测旋转体的旋转速度的旋转传感器装置，该滚动轴承包括分别形成滚动轴承圈的内圈和外圈，以及接纳于该内外滚动轴承圈之间的多个滚动体。

上述旋转传感器装置由受检测部和磁性检测部构成，该受检测部安装于上述内外滚动轴承圈中的旋转侧的滚动轴承圈上，按照 N 极、S 极交替的方式进行磁特性的磁化，该磁性检测部按照与该受检测部对置的方式，安装于固定侧的滚动轴承圈上。该磁性检测部具有模拟输出的磁性传感器，该磁性传感器按照沿圆周方向多个并排的方式设置，设置差动输出发生机构，该差动输出发生机构将 2 个磁性传感器的差动输出作为 1 个相位量的编码信号而处理。上述编码信号为比如矩形波等的脉冲信号。上述 2 个磁性传感器为比如邻接地设置的类型。上述 2 个磁性传感器与对

其动作输出进行处理的差动输出发生机构既可为 2 组以上，也可具有至少 1 组以上。

如果采用该方案，由于通过上述差动输出发生机构，将 2 个磁性传感器的差动输出作为 1 个相位量的编码信号而进行处理，故即使在泄漏磁通对磁性传感器造成影响的情况下，仍可将对构成输出信号的编码信号的影响抑制在最小程度。比如，可抑制编码信号的占空比发生变化的情况，防止误动作。由此，即使在外加外部泄漏磁通的使用环境下，仍获得稳定的输出。

获取差动输出的 2 个磁性传感器也可按照具有受检测部中的按照 N 极、S 极交替的方式磁化的反复磁性相位中的基本为 180 度的磁相位差的方式设置。在按照具有基本为 180 度的磁相位差的方式设置的场合，由于即使在差动输出发生机构的增益为 1 的情况下，仍使差动输出的振幅放大 2 倍左右，故可期待灵敏度提高，难于得到泄漏磁通的影响的效果。上述基本为 180 度的相位差为以 360 度为单位的反复周期的相位差，在比如，象 540 度等那样，为超过 360 度的相位差的场合，为构成以 360 度为除数进行除法运算而获得的余数的相位差。

另外，获取差动输出的 2 个磁性传感器最好接近地设置，但是最好即使在不能够接近地设置的情况下，仍设置于固定侧滚动轴承圈的 90 度以内的范围内。

在 2 个磁性传感器的配置关系超过 90 度的场合，泄漏磁通穿过磁性传感器的方向在各磁性传感器中不同，磁性传感器的输出偏移量方向互为相反。由此，即使在获取输出信号的差的情况下，仍无法完全消除偏移量，预计编码信号的占空比变化量会增加。最好设置于 90 度以内。

此外，磁性传感器也可为按照即使在施加外部磁场的情况下，

仍极力地处于非输出饱和的状态的方式以低灵敏度使用的类型。即，磁性传感器为即使在施加该带旋转传感器的轴承的使用环境的外部磁场的情况下，仍处于非输出饱和程度的低灵敏度的状态的类型。

在外加于磁性传感器上的泄漏磁通较大的环境下，还会有磁性传感器的输出偏移量增加，处于饱和状态的情况。在此场合，由于磁性传感器输出波形破坏，故占空比发生变化，在最差的场合，产生脉冲的缺损。在象这样于较强的泄漏磁通作用的环境下使用的场合，可按照降低磁性传感器的灵敏度的方式使用，由此，可抑制饱和。

在获取差动输出的2个磁性传感器分别为霍尔元件的场合，也可设置输出基准电压一致处理机构，该机构按照以这2个霍尔元件中的一个的输出中点为基准电压，另一霍尔元件的输出中点为与上述基准电压基本相同的电压的方式，对另一霍尔元件的电源电压进行控制。

在磁性传感器采用霍尔元件的场合，作用于霍尔元件的电源电压的约一半为输出基准电压。由于该元件的作用，该值产生差异，另外，灵敏度等的特性值也微妙地不同，故即使在获取2个元件的输出差的情况下，仍具有无法完全去除泄漏磁通的偏移量的情况。霍尔元件的特性不能够补偿，但是，如果能够对输出基准电压进行一致性处理，则可抑制偏移量，可进一步减小占空比的变化。

本发明的电动机包括外壳、固定于该外壳上的定子、按照与该定子对置的方式设置，固定于旋转轴上的转子，其特征在于电动机的旋转轴的支承采用本发明的带旋转传感器的轴承。

支承电动机的旋转轴的带旋转传感器的轴承处于具有泄漏磁

通的环境下，但是如果采用本发明的带旋转传感器的轴承，则可减少泄漏磁通对编码信号的影响，获得稳定的编码输出。

#### 附图说明

图 1A 为本发明的一个实施例的带旋转传感器的轴承的局部剖视图；

图 1B 为表示上述带旋转传感器的轴承的磁性编码器与磁性传感器的构思组成和电路组成实例的说明图；

图 2A ~ 2D 为表示上述磁性传感器的各部分的输出的曲线图；

图 3 为表示该磁性传感器的输出处理电路的变形实例的说明图；

图 4 为表示磁性传感器和其输出处理电路的还一变形实例的说明图；

图 5 为表示磁性传感器的配置关系的带旋转传感器的轴承的侧视图；

图 6 为表示具有输出基准电压一致处理机构的磁性传感器的输出处理电路的说明图；

图 7 为采用本发明的带旋转传感器的轴承的电动机的一个实例的剖视图；

图 8 为现有的带旋转传感器的轴承的剖视图；

图 9 为表示其输出的曲线图；

图 10 为采用现有的带旋转传感器的轴承的电动机的剖视图；

图 11 为现有的霍尔 IC 的电路图；

图 12 为其输出的曲线图；

图 13A ~ 13C 为表示具有该输出的外部磁场的场合的曲线图。

### 具体实施方式

通过图 1 和图 2, 对本发明的第 1 实施例进行描述。在该带旋转传感器的轴承 31 中, 在滚动轴承 30 的内部, 设置有旋转传感器装置 40, 该旋转传感器装置 40 检测通过上述带旋转传感器的轴承 31 支承的旋转体(图中未示出)的旋转速度, 该滚动轴承 30 具有构成内圈和外圈的一对滚动轴承圈 32, 33, 与接纳于这些滚动轴承圈 32, 33 之间的多个滚动体 34。各滚动体 34 接纳于设置于保持器 35 的圆周方向多个部位的罩中。滚动轴承 30 由比如深槽滚珠轴承构成。

旋转传感器装置 40 由安装于内外的滚动轴承圈 32, 33 中的旋转侧的滚动轴承圈 32 的一端部的受检测部 1 和磁性检测部 2 构成, 该磁性检测部 2 与该受检测部 1 对置而安装于固定侧的滚动轴承圈 33 上。在本实例中, 旋转侧的滚动轴承圈 32 为内圈, 固定侧的滚动轴承圈 33 为外圈。磁性检测部 2 象后述的那样, 由多个磁性传感器构成。这些磁性传感器在插入树脂外壳 38 的内部的状态, 通过树脂模制形成, 该树脂外壳 38 通过金属外壳 39, 与滚动轴承圈 33 嵌合, 由此, 固定于滚动轴承圈 33 上。

图 1B 为以示意方式表示取出受检测部 1 和检测部 2 后的组成的图。安装于滚动轴承圈 32 的一个端面上的受检测部 1 采用按照 N 极、S 极交替的方式进行磁特性的磁化的磁性编码器。作为该磁性编码器的受检测部 1 由环状的支承金属件 1a, 与设置于其外周侧的磁性体 1b 构成, 其通过支承金属件 1a, 固定于滚动轴承圈 32 上。磁性体 1b 采用比如, 橡胶磁石, 其通过硬化而粘接于支承金属件 1a 上。该磁性体 1b 既可由塑料磁石、烧结磁石或金属磁石形成, 在这些场合, 还可不必设置支承金属件 1a。

按照与受检测部 1 对置的方式, 安装于固定侧滚动轴承圈 33

上的磁性检测部 2，采用将磁通密度的变化作为模拟信号而输出的 2 个磁性传感器 2a, 2b。该 2 个磁性传感器 2a, 2b 沿圆周方向，按照规定间距，在本实例中，按照具有 180 度的磁性相位差的方式设置。该磁性相位差为受检测部 1 中的按照 N 极、S 极交替的方式磁化的磁性相位差中的相位差。该磁性传感器 2a, 2b 可采用比如霍尔元件、模拟输出型的霍尔 IC 等。在本实施例中，磁性传感器 2a, 2b 采用霍尔元件。该霍尔 IC 为具有霍尔元件的 IC(集成电路)。在磁性传感器 2a, 2b 采用霍尔元件的场合，各霍尔元件的输出为正极和负极的反相位的 2 个输出，通过动作放大机构 3, 3' 进行差动放大，形成霍尔元件信号。在通过图 1B 表示时，磁性传感器 2a, 2b 的输出信号分别为 A, A' 点的信号。动作放大机构 3, 3' 采用运算放大器。

上述 2 个磁性传感器 2a, 2b 的模拟输出输入到将差动输出作为一个相位量的编码信号而进行处理的差动输出发生机构 7 中。该差动输出发生机构 7 由采用运算放大器的差动放大电路 4、对该差动放大电路 4 的输出按照形成矩形的方式进行处理的比较器 5 构成。

下面对上述组成动作进行描述。如果受检测部 1 按照一定的速度旋转，则作为邻接的 2 个磁性传感器 2a, 2b 的输出的 A, A' 点的输出象图 2A, 图 2B 中的虚线所示的那样，以恒定电压( $V_c/2$ )为基准，呈正弦波状而变化。电压  $V_c$  表示电源电压。在这里，如果外加泄漏磁通，则象图 2A, 2B 中的实线所示的那样，磁性传感器 2a, 2b 的输出伴随泄漏磁通的增加而偏移。另外，偏移方向伴随外部磁通的方向而不同。另外，当假定泄漏磁通的量基本相同时，2 个磁性传感器 2a, 2b 的灵敏度的相应偏移量均基本相同。

然后，如果通过采用运算放大器的差动放大机构 4 获取磁性

传感器 2a, 2b 的输出 A, A' 的信号的差动放大，则可获得去除掉泄漏磁通的偏移成分的信号(图 2C)。另外，在按照 180 度的磁性相位差，设置 2 个磁性传感器 2a, 2b 的场合，由于差动输出后的振幅(B 点)即使在差动放大机构 4 的增益为 1 的情况下，也基本上放大 2 倍，故可期待灵敏度提高，难于得到泄漏磁通的影响的效果。另外，在本实例的场合，差动放大机构 4 的差动输出按照  $V_c/2$  的电压基准而输出。在后级，可以规定的电压( $V_c/2$ )为基准，采用比较器 5，按照形成矩形的方式进行处理，象图 2D 所示的那样，获得消除了泄漏磁通的影响的占空比变化量少的 1 个相位量的编码信号。

此外，差动输出发生机构 7 也可代替如上所述的，由差动放大机构 4 和比较器 5 构成的方式，而象图 3 所示的那样，由对 2 个磁性传感器 2a, 2b 的输出进行比较，按照形成矩形的方式进行处理的比较器 5 构成。同样在此场合，将 2 个磁性传感器 2a, 2b 的差动输出作为 1 个相位量的编码信号而处理。

在上述的描述中，对 1 个相位量的编码输出的场合进行了描述，但是在 A 相、B 相的 2 个相位输出是必要的场合，象图 4 那样，在磁相位与第 1 组的磁性传感器 2a, 2b 差 90 度的位置，设置第 2 组磁性传感器 2c, 2d，针对每组磁性传感器，设置与上述各实例相同的差动输出发生机构 7 等的信号处理机构。另外，在图 4 中，按照省略磁性传感器 2a~2d 的附属电路的方式进行表示，在这些磁性传感器 2a~2d 中，均设置通过图 1 的虚线围绕的范围 H 内的电路，即，设置霍尔元件的正极和负极的相反相位 2 个输出的差动放大机构 3 的电路。在图 4 的实例中，在进行 2 个磁性传感器输出的差动放大处理后，通过比较器 5，按照形成矩形的方式进行处理，但是显然也可象图 3 描述的那样，省略差动放大机

构 4，仅仅通过比较器 5，构成差动放大发生机构 7。

象到目前描述的那样，为了获得比较器 1 个相位量的输出，必须获取 2 个磁性传感器 2a, 2b(2c, 2d)的差动输出。该传感器配置，在象图 5 所示的那样，设置于按照 2 个磁性传感器 2a, 2b 的泄漏磁通的影响基本相同的方式接近的位置的场合，抵抗泄漏磁通程度提高。

即使在具有配置上的限制，不能够使 2 个磁性传感器 2a, 2b 接近的情况下，最好在固定侧滚动轴承圈 33 的 90 度以内，设置 2 个磁性传感器 2a, 2b。在比如，另一磁性传感器 2b 象图 5 的虚线位置 2b' 那样，相对一个磁性传感器 2a，超过 90 度而设置的场合，由于泄漏磁通穿过磁性传感器的方向在各磁性传感器中是不同的，故磁性传感器的输出偏移方向互为相反，即使在获取输出信号的差的情况下，仍无法完全消除偏移。在此场合，预计编码信号的占空比变化增加。由此，最好设置在 90 度以内。

另外，在对磁性传感器 2a, 2b 作用的泄漏磁通较大的环境下，还会有磁性传感器 2a, 2b 的输出偏移量增加，成为饱和状态的情况。在此场合，由于磁性传感器输出波形破坏，故占空比发生变化，在最差的场合，产生脉冲的缺损。

在这样作用有较强的泄漏磁通的环境下使用的场合，如果按照磁性传感器 2a, 2b 的灵敏度小于普通使用的灵敏度的方式使用，则可抑制饱和。该方法可在下述场合实现，该场合指当磁性传感器 2a, 2b 为霍尔元件时，霍尔元件的外加电压小于对于该霍尔元件的标准的外加电压，或将流过霍尔元件的驱动电流设定在比对于霍尔元件的标准的电流值低的程度。另外，在使用环境的温度变化剧烈的场合，最好采用霍尔元件的灵敏度变化少的恒定电压驱动方式。

在磁性传感器 2a, 2b 采用霍尔元件的场合，外加于霍尔元件的电源电压 VH 的约一半的值为输出基准电压(VH/2)。由于因元件的作用，此值具有差异，另外，灵敏度等的特征值也微妙地不同，即使在获取 2 个元件的输出差的情况下，仍具有无法完全消除泄漏磁通造成的偏移的情况。霍尔元件的特性无法补偿，但是如果能够对输出基准电压 VH/2 进行一致性处理，则可抑制偏移量，可进一步减少占空比变化。

图 6 表示用于对霍尔元件之间的基准电压进行一致性处理的输出基准电压一致处理机构 8 的电路实例。作为获取差动输出的一个磁性传感器 2a 的霍尔元件的正极和负极的输出端子之间通过 2 个电阻器 R1, R2 串联，两个电阻器 R1, R2 的中间点为该霍尔元件的基准电压 VH/2。作为另一磁性传感器 2b 的霍尔元件的正极和负极的输出端子之间也通过 2 个电阻器 R3, R4 串联。设置获取相应的中间点电压(电压 VH/2 与中间点 P 的电压)的差的电压差检测机构 6，该电压差检测机构 6 的输出作为是另一磁性传感器 2b 的霍尔元件的电源而连接。由此，按照中间点 P 的电压与中间点电压 VH/2 相等的方式，对另一磁性传感器 2b 的电源电压进行控制。电压差检测机构 6 为差动放大机构，通过运算放大器构成。输出基准电压一致处理机构 8 由这些电压差检测机构 6 和上述各电阻器 R1~R4 构成。另外，在图 6 的实例中，通过比较器 4，获取各霍尔元件的一侧的输出，由此，获得比较器矩形输出，但是即使在比较器 4 前，与图 1 的实例相同，也可以设置差动放大机构。

象到目前描述的那样，如果即使在具有泄漏磁通的环境下，仍能稳定地获得编码器的输出，则可采用该带旋转传感器的轴承 31，即使在具有泄漏磁通的电动机轴的支承轴承采用此次描述的

带旋转传感器的轴承 31，使用仍可没问题。

图 7 表示该电动机的一个实例。该电动机在与图 10 一起描述的电动机中，采用了本发明的带旋转传感器的轴承。具体来说，在该电动机中，装配于旋转轴 62 上的转子 61 通过两端的轴承 64, 65，支承于外壳 63 上。定子 60 具有定子线圈 60a，其固定于外壳 63 上。在两侧的轴承 64, 65 中，其中一个轴承 65 采用本发明的上述任何的实施例的带旋转传感器的轴承的旋转传感器 31。安装有带旋转传感器的轴承 31 的其中一个轴承 65 为比如后侧轴承。另一轴承 64 采用不具有旋转传感器的滚动轴承。

另外，在上述各实施例中，受检测部 1 和磁性检测部 2 沿径向对置，但是，本发明还可适合用于受检测部 1 和磁性检测部 2 沿径向对置的带旋转传感器的轴承。

象上述那样，参照附图，对适合的实施例进行了描述，但是，如果为本领域的普通技术人员，观看本说明书，在显然的范围内，容易想到各种变换和修改方式。于是，这样的变换和修改方式解释为由本发明的范围内的内容。

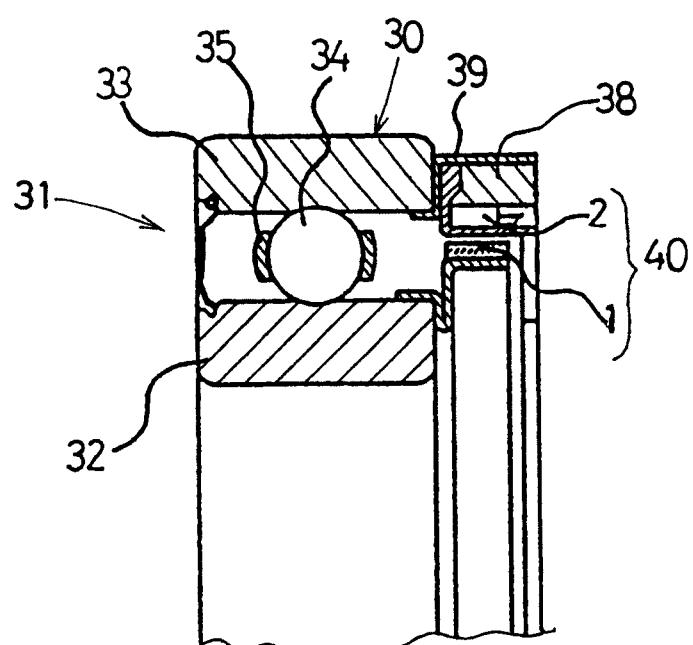


图 1A

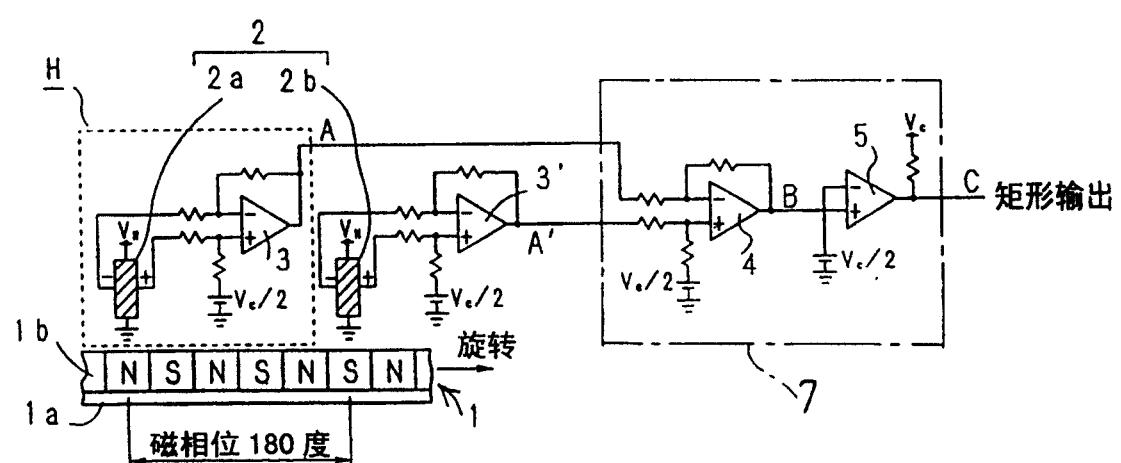


图 1B

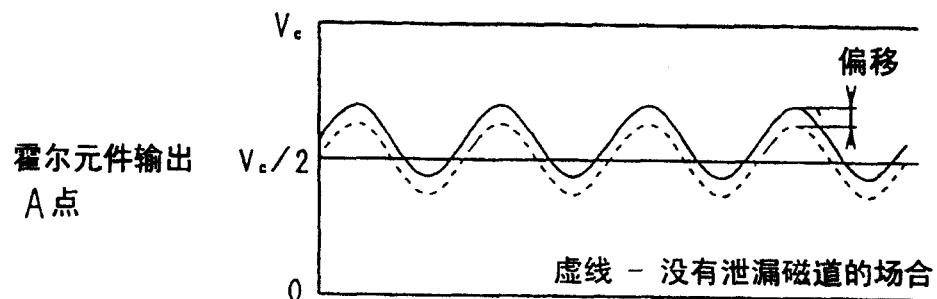


图 2A

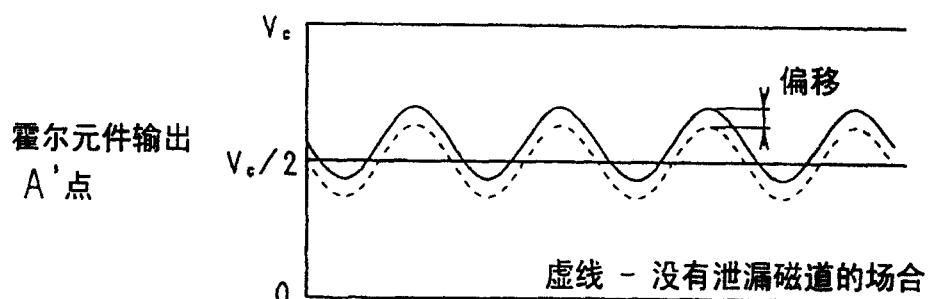


图 2B

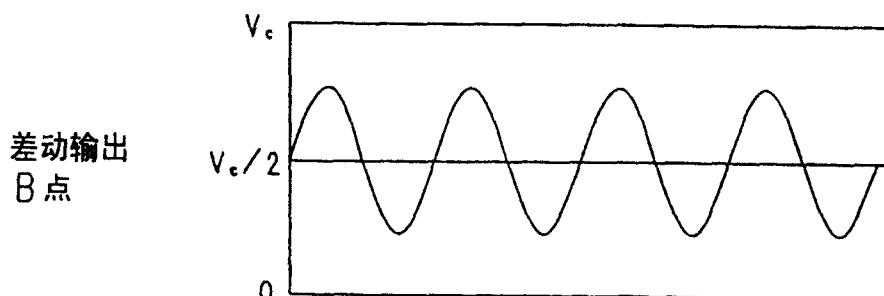


图 2C

C点



图 2D

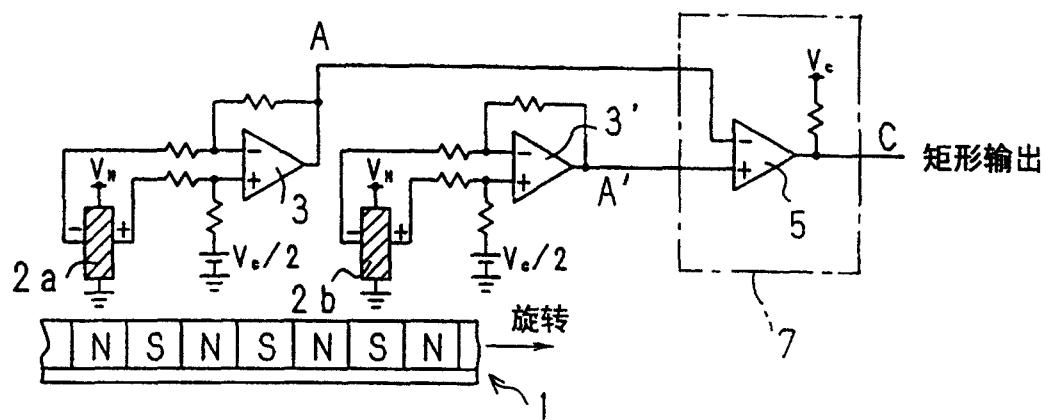


图 3

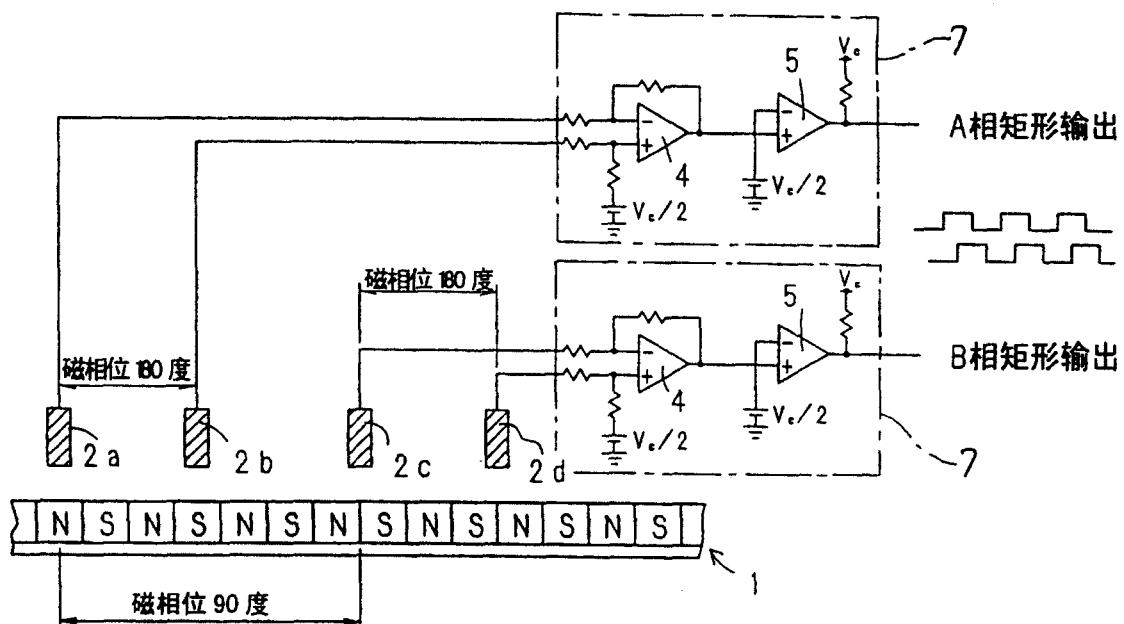


图 4

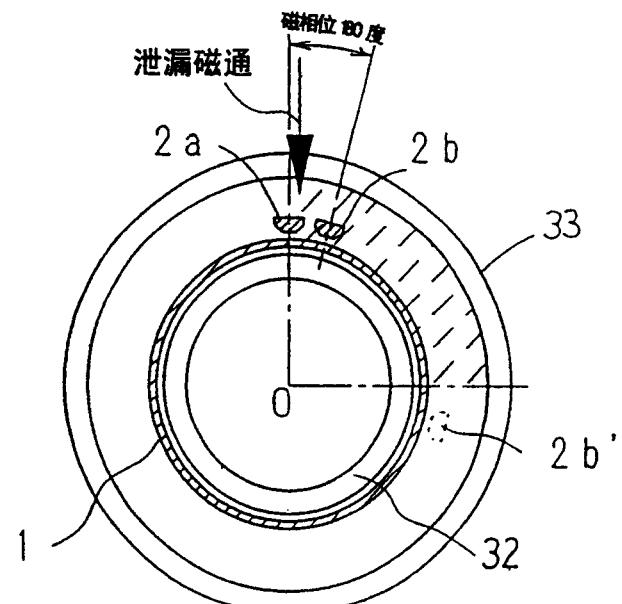


图 5

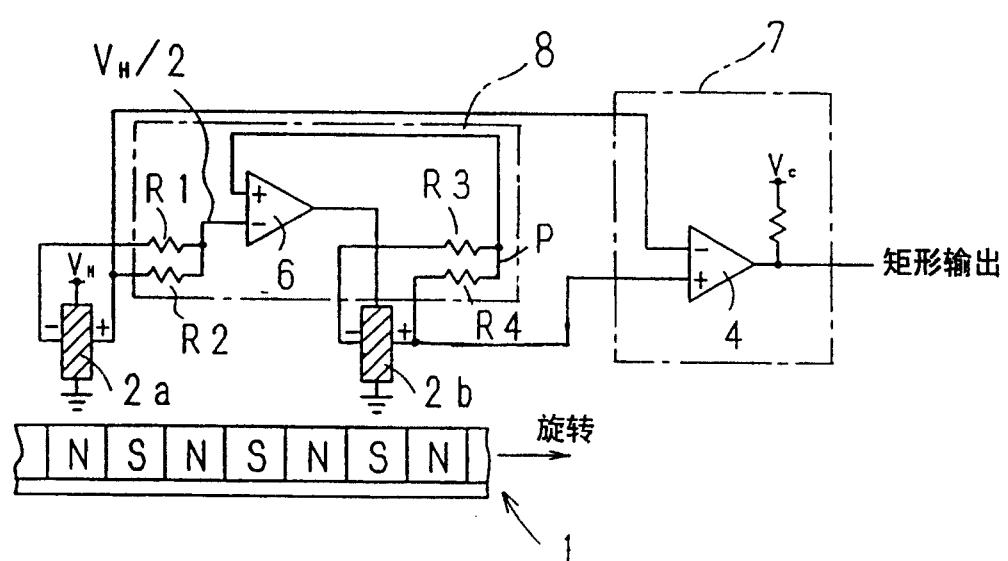


图 6

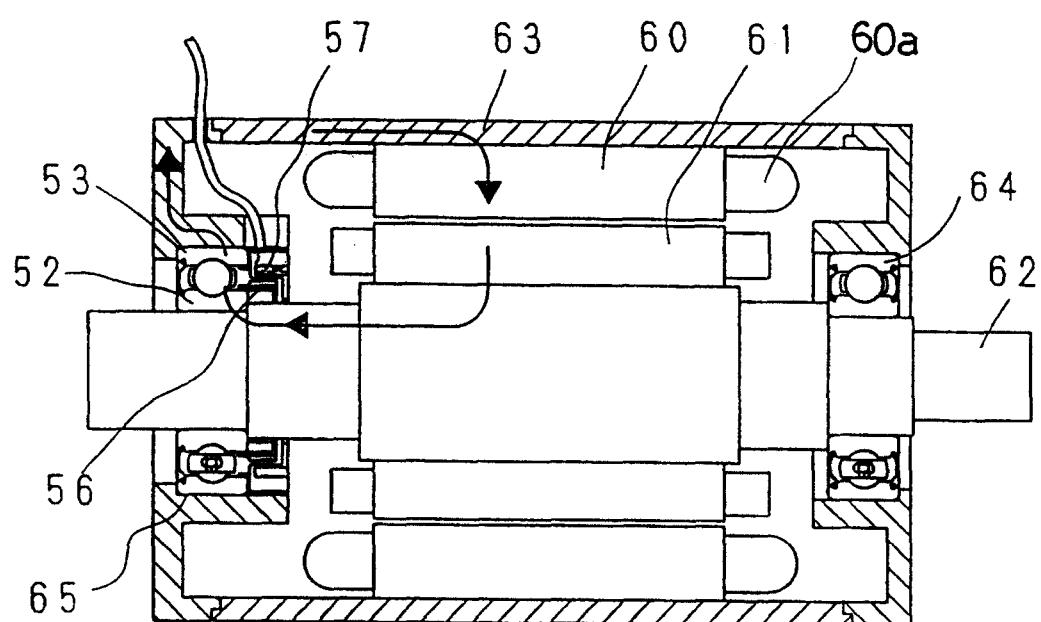


图7

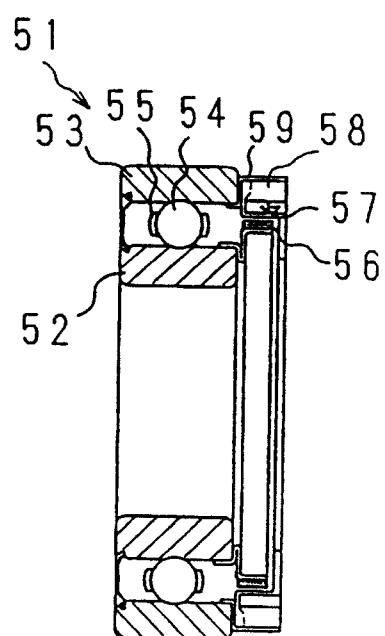


图8

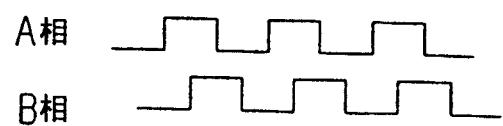


图9

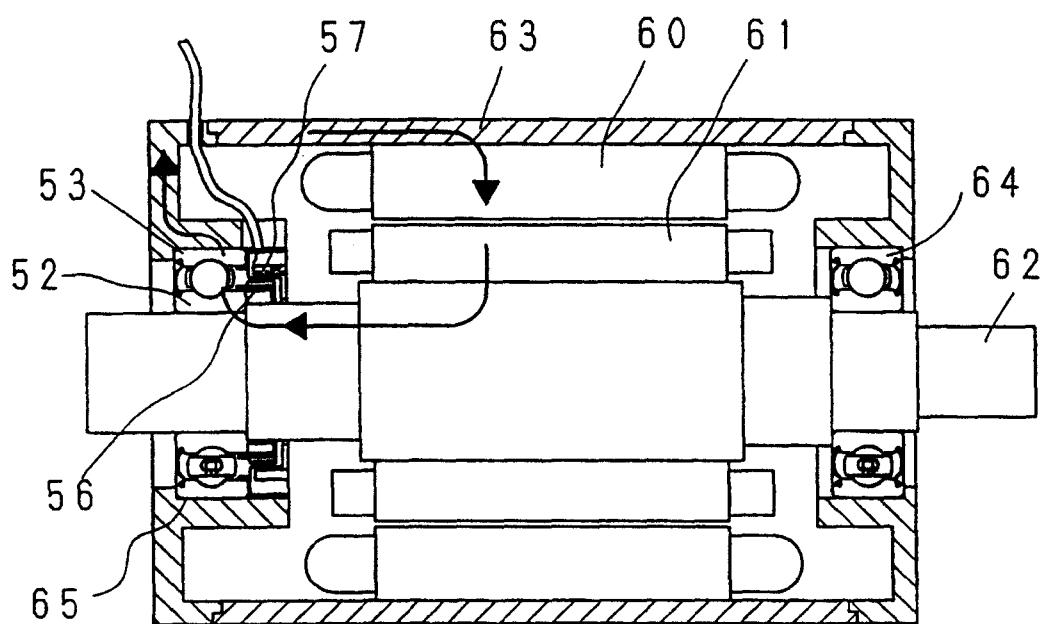


图 10

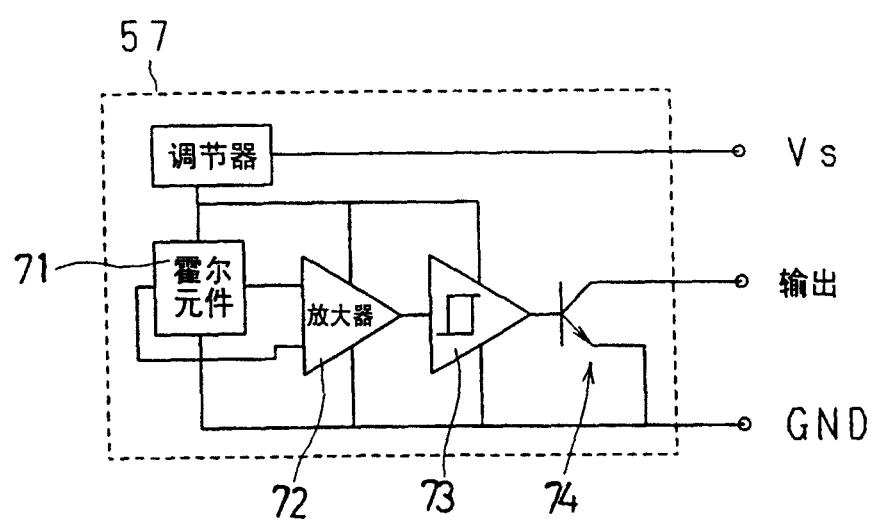


图 11

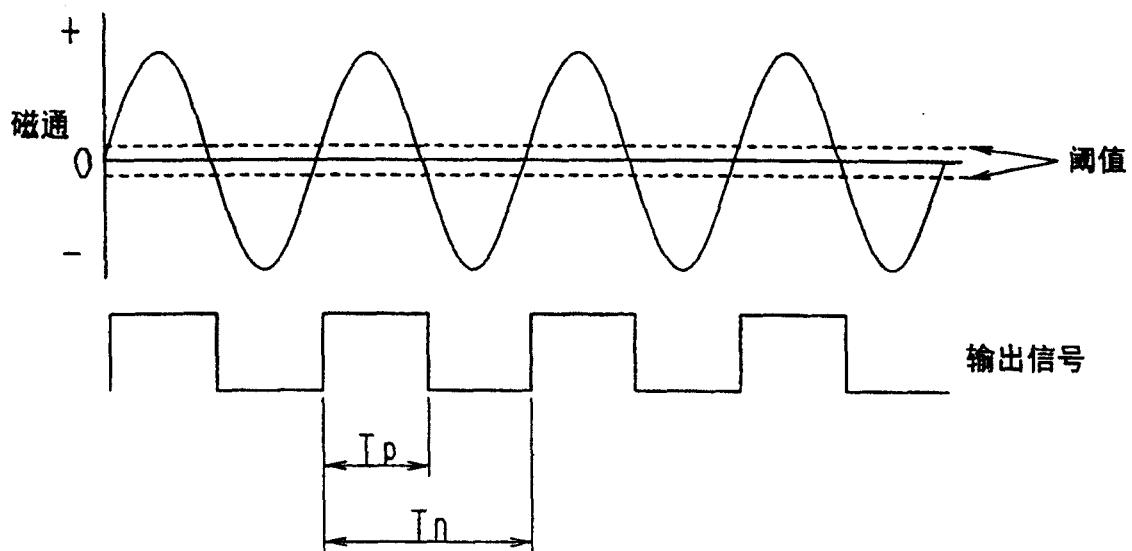


图 12

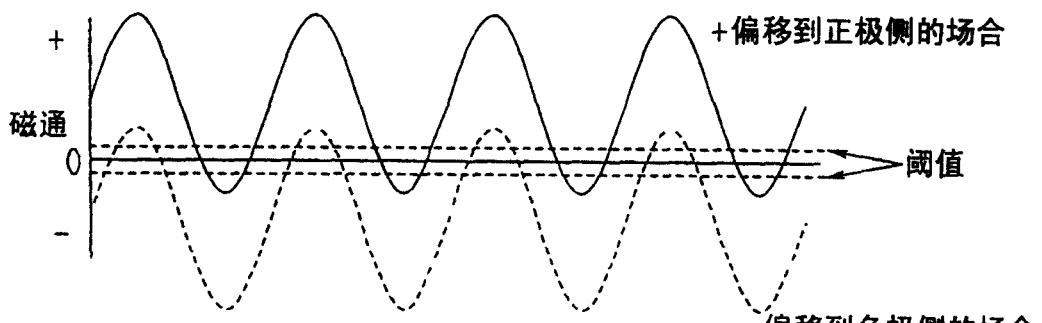


图 13A

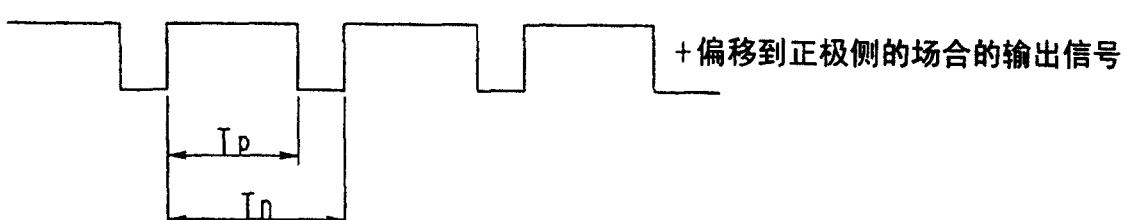


图 13B



图 13C