[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
H04L 1/20
H04Q 7/34

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98105720.9

[43] 授权公告日 2003 年 4 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1106096C

[22] 申请日 1998.3.17 [21] 申请号 98105720.9

[30] 优先权

[32] 1997. 3.18 [33] JP [31] 083423/1997

[71] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 须藤浩章 平松胜彦 上杉充

审查员 李 卉

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

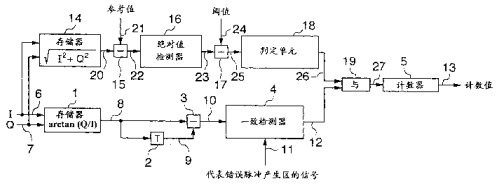
代理人 付建军

权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 7 页

[54] 发明名称 错误率估计器

[57] 摘要

一个错误率估计器，用来减少数字移动通信中在所接收信号的突发信号处误码脉冲计数值的偏差，并因此提高估计错误率的准确性。该错误率估计器包括检测来自 I 通道的基带信号(I 信号)和 Q 通道的基带信号(Q 信号)的相位信息是否位于误码脉冲产生域的检测器，检测 I 信号和 Q 信号的包络信息是否位于误码脉冲产生域的检测器，以及一个检测相位错误信号和包络错误信号是否输出并计数这些信号的计数器。



ISSN1008-4274

1. 一个估计包含在相移键控（PSK）中的数据的错误率的估计器，包括:

一个从所接收PSK信号中检测第一检测轴中的第一基带信号和第二检测轴中的第二基带信号并基于所述第一和第二基带信号产生所述PSK信号的相位信息的相位信息产生器;

一个当所述相位信息表明所述PSK信号处在预定相位域中时就输出相位错误信号的相位误码检测器; 其特征在于还包括

一个基于至少所述第一和第二基带信号产生所述PSK信号的包络信息的包络信息产生器;

一个当所述包络信息表明所述PSK信号处在预定包络域中时就输出包络误码信息的包络误码检测器;

一些输出代表所述相位错误信号和所述包络错误信号的错误信号的装置; 以及

一个计数预定时间周期内的所述错误信号并输出计数值的计数器,

其中所述相位误码检测器包括变化所述相位域的装置。

2. 权利要求1中的估计器，其特征在于，所述PSK信号是一个正交相移键控（QPSK）的信号，所述的第一基带信号是一个I通道的基带信号，以及所述第二基带信号是一个Q通道的基带信号。

3. 权利要求1或2中的估计器，其特征在于，所述包络误码检测器包括变化所述包络域的装置。

4. 权利要求1中的估计器，其特征在于，所述相位信息产生器包括:

一个产生所述第一基带信号的绝对值的第一绝对值电路;

一个产生所述第二基带信号的绝对值的第二绝对值电路;

一个产生所述第一绝对值电路输出信号和所述第二绝对值电路输出信号之差的减法器;

一个基于所述第一和第二基带信号确定所述PSK信号位于什么象限的象限确定单元; 以及

一个基于所述象限确定单元的确定结果从所述减法器的输出信号中产

生所述 PSK 信号的所述相位信息的转换器。

5. 权利要求 2 中的估计器，其特征在于，所述相位信息产生器包括:

一个产生所述 I 信号的绝对值的第一绝对值电路;

一个产生所述 Q 信号的绝对值的第二绝对值电路;

一个产生所述第一绝对值电路输出信号和所述第二绝对值电路输出信号之差的减法器;

一个基于所述 I 信号和 Q 信号确定所述 QPSK 信号位于什么象限的象限确定单元; 以及

一个基于所述象限确定单元的确定结果从所述减法器的输出中产生所述 QPSK 信号的所述相位信息的转换器。

6. 权利要求 1 中的估计器，其特征在于，所述包络信息产生器包括:

一个比较所述第一基带信号的绝对值与所述第二基带信号的绝对值的比较器;

一些通过对所述较小一个值的移位来完成对所述第一基带信号和所述第二基带信号中所述绝对值较小一个进行系数相乘的系数电路; 以及

一个将所述系数电路的输出信号加到所述第一基带信号和所述第二基带信号中所述绝对值较大的一个上的加法器。

7. 权利要求 2 中的估计器，其特征在于，所述包络信息产生器包括:

一个比较所述 I 信号的绝对值与所述 Q 信号的绝对值的比较器;

一些通过对所述较小一个值的移位来完成对所述 I 信号和 Q 信号中所述绝对值较小一个进行系数相乘的系数电路; 以及

一个将所述 I 信号和 Q 信号的所述绝对值较大的一个加到所述系数电路输出信号上的加法器。

8. 一个估计包含在相移键控（PSK）中的数据的错误率的估计器，包括:

一个从所接收 PSK 信号中检测第一检测轴中的第一基带信号和第二检测轴中的第二基带信号并基于所述第一和第二基带信号产生所述 PSK 信号的相位信息的相位信息产生器;

一个当所述相位信息表明所述 PSK 信号处在预定相位域中时就输出相位错误信号的相位误码检测器; 其特征在于还包括

一个基于至少所述第一和第二基带信号产生所述PSK信号的包络信息的包络信息产生器;

一个当所述包络信息表明所述PSK信号处在预定包络域中时就输出包络误码信息的包络误码检测器;

一些输出代表所述相位错误信号和所述包络错误信号的错误信号的装置; 以及

一个计数预定时间周期内的所述错误信号并输出计数值的计数器,

其中所述包络误码检测器包括变化所述包络域的装置。

9. 一个估计包含在相移键控(PSK)中的数据的错误率的估计器, 包括:

一个从所接收PSK信号中检测第一检测轴中的第一基带信号和第二检测轴中的第二基带信号并基于所述第一和第二基带信号产生所述PSK信号的相位信息的相位信息产生器;

一个当所述相位信息表明所述PSK信号处在预定相位域中时就输出相位错误信号的相位误码检测器; 其特征在于还包括

一个基于至少所述第一和第二基带信号产生所述PSK信号的包络信息的包络信息产生器;

一个当所述包络信息表明所述PSK信号处在预定包络域中时就输出包络误码信息的包络误码检测器;

一些输出代表所述相位错误信号和所述包络错误信号的错误信号的装置; 以及

一个计数预定时间周期内的所述错误信号并输出计数值的计数器,

其中所述相位信息产生器包括:

一个产生所述第一基带信号的绝对值的第一绝对值电路;

一个产生所述第二基带信号的绝对值的第二绝对值电路;

一个产生所述第一绝对值电路输出信号和所述第二绝对值电路输出信号之差的减法器;

一个基于所述第一和第二基带信号确定所述PSK信号位于什么象限的象限确定单元; 以及

一个基于所述象限确定单元的确定结果从所述减法器的输出信号中产

生所述 PSK 信号的所述相位信息的转换器。

10. 一个估计包含在相移键控（PSK）中的数据的错误率的估计器，包括:

一个从所接收 PSK 信号中检测第一检测轴中的第一基带信号和第二检测轴中的第二基带信号并基于所述第一和第二基带信号产生所述 PSK 信号的相位信息的相位信息产生器;

一个当所述相位信息表明所述 PSK 信号处在预定相位域中时就输出相位错误信号的相位误码检测器; 其特征在于还包括

一个基于至少所述第一和第二基带信号产生所述 PSK 信号的包络信息的包络信息产生器;

一个当所述包络信息表明所述 PSK 信号处在预定包络域中时就输出包络误码信息的包络误码检测器;

一些输出代表所述相位错误信号和所述包络错误信号的错误信号的装置; 以及

一个计数预定时间周期内的所述错误信号并输出计数值的计数器，

其中所述包络信息产生器包括:

一个比较所述第一基带信号的绝对值与所述第二基带信号的绝对值的比较器;

一些通过对所述较小一个值的移位来完成对所述第一基带信号和所述第二基带信号中所述绝对值较小一个进行系数相乘的系数电路; 以及

一个将所述系数电路的输出信号加到所述第一基带信号和所述第二基带信号中所述绝对值较大的一个上的加法器。

错误率估计器

本发明与适用于数字移动通信或类似的无线接收系统的错误率估计器有关，具体地说与通过所接收基带信号的相位信息和包络信息的应用来估计错误率的错误率估计器有关。

诸如便携式电话的数字移动通信中的无线接收系统需要估计错误率，因为根据所接收信号的错误率，系统必须进行不同的控制。然而，精确估计错误率是不可能的或很困难。因此，该系统要有估计一定条件下错误率的技术。例如，如果所接收的信号接近于信号点间中点的阈值，在一定条件下，所接收的信号有50％的可能性会被估计成误码。因此，根据计数接近于阈值的信号，就可能估计出错误率。

图9示出了传统错误率估计器的结构。在图9中，存储器1从I通道的基带信号6（I信号)和Q通道的基带信号7（Q信号)产生相位信息8。延迟单元2将输入信号延迟一个符号周期。减法器3在当前时间点上从相位信息中减去一个符号的相位信息。一致检测器4用来只有当输入信号与代表误码脉冲产生域的信号一致时，就产生一个误码脉冲。计数器5计数误码脉冲的数量。

在如上所述构造的错误率估计器中，I信号6和Q信号7输入到存储器1的地址中。I信号6是一个通过正交检测所接收信号得到的I通道的基带信号。Q信号7是一个通过同样方式得到的Q通道的基带信号。存储器1存储I信号6和Q信号的相位信息arctan（Q/I）。然后，通过从存储器1中读出相位信息，就有可能获得I信号6和Q信号7的相位信息。

接下来，相位信息8通过延迟单元2的作用延迟一个符号周期。这个延迟是通过延迟检测从差分相位调制信号中解调出原始信号所需要的。然后，减法器3从相位信息8中减去延迟的相位信息，以得到延迟检测信号10

接下来，该延迟检测信号10输入到一致检测器4，在那里，如果信号10与代表误码脉冲产生域的信号11一致，就能得到误码脉冲信号12。如

果延迟检测信号 10 接近边缘值，那么该信号就有 50 % 的可能性被估计成错误信号。因此，通过将误码脉冲产生域设置成接近边缘值的值，就有可能得到估计误码的信息。

最后，误码脉冲信号 12 输入到计数器 5 中。计数器 5 在每一个突发信号处计数误码脉冲的数量，然后提供一个代表误码脉冲计数数量的信号 13 。

如以上所述构造的错误率估计器统一设置与相位信息有关的误码脉冲产生域，并当相位信息与误码脉冲产生域一致时产生误码脉冲。作为结果，如果其他条件改变，估计器就会被要求用来计数不太可能估计成错误信号的信号。因此，在每个突发信号处计数值的偏差就会发生，这会导致不利的降低估计错误率的准确性。

这就是说，传统的错误率估计器在只有相位信息接近于确定相位的边缘值，并在该边缘值之前或之后设置一定数值作为误码脉冲产生域的情形基础上才被用来估计错误率。如果包络信息接近参考值，那么只有在相位确定的边缘值附近发生误码。所接收信号不是误码的可能性在所设置的误码脉冲产生域的两个边沿很高。因此，估计器在包络信息的一些状态中计数非错误信号，以致计数值发生偏差。

另一方面，JP - A - 59 - 200547 已经示出了通过参照位于终端装置和/或中转装置中的接收解调系统装置的预定校正子（ syndrome ）来检测通道误码的方法。然而，基于这种校正子的误码检测需要复杂的计算和相当长的时间，以及巨大的电路规模。此外，如果错误率等于或大于一定值，那么，尽管误码本身能够被检测，但误码的数量，也就是错误率不能扑捉到。

本发明是考虑了以前的不足而提出的，并且，提供一个尽管由相对简单的电路组成，但可用来准确而又快速估计错误率的错误率估计器是本发明的目的。

根据本发明的一个方面，估计包含在相移键控（ PSK ）信号中数据错误率的估计器包括一个从所接收的 PSK 信号中检测第一检测轴中的第一基带信号和第二检测轴中的第二基带信号以及基于至少第一和第二基带信号产生 PSK 信号的相位信息的相位信息产生器，一个基于至少第一和第二基

带信号产生 PSK 信号的包络信息的包络信息产生器，一个当相位信息表明 PSK 信号处在预定相位域中时就输出相位误码信息的相位误码检测器，一个当包络信息表明 PSK 信号处在预定包络域中时就输出包络误码信息的包络误码检测器，一些输出代表相位错误信号和包络错误信号的错误信号的装置，以及一个计数预定时间周期内的错误信号并输出计数值的计数器。

这种结构使得基于 PSK 信号的相位信息和包络信息来估计错误率成为可能，由此，尽管该估计器需要与传统估计器几乎一样的时间，但它比只采用相位信息来进行估计的传统估计器更进一步提高了估计的准确性。

附图的简述

图 1 是一个示出了根据本发明第一实施方法的错误率估计器的电路图;

图 2 是一个示出了图 1 中所示的错误率估计器模拟结果的曲线图;

图 3 是一个示出了根据本发明第二实施方法的错误率估计器的电路图;

图 4 是一个示出了根据本发明第三实施方法的错误率估计器的电路图;

图 5 是一个示出了根据本发明第四实施方法的相位信息产生器的电路图;

图 6 是一个示出了描述图 5 中所示相位信息产生器原理的理论计算结果的曲线图;

图 7 是一个示出了根据本发明第四实施方法的包络信息产生器的电路图;

图 8 是一个示出了描述图 7 中所示包络信息产生器特性的理论计算结果的曲线图;

图 9 是一个示出了传统错误率估计器的电路图。

以下将参照图 1 至图 8 描述本发明的实施方法。

（第一种实施方法）

当系统接收差分相移键控信号时，数字移动通信的无线接收系统用来正交检测所接收信号，以产生一个 I 通道的基带信号（ I 信号）和一个 Q 通道的基带信号（ Q 信号），通过 arctan （ Q/I ）得到相位信息，获得相

位信息和被延迟一个符号的信号之间的差别，并且产生被延迟的相位信息。如果信号点为$\pm\pi/4$和$\pm3\pi/4$，那么边缘点就被确定为0，π和$\pm\pi/2$。如果相位信息接近于0，π和$\pm\pi/2$，那么可以估计信号有50％的可能性是误码的。因此，信号有很高的可能性被估计成误码。这就是说，在边缘点附近，该信号被确定为一个作为二进制信号是无意义的信号。

假设该参考值是1，如果包络信息较接近于1，可以认为在包络信息中没有误码发生。相反地，如果包络信息接近于0，可以认为信号有很高的可能性是误码的。此外，如果包络信息远大于1，信号就以很高的可能性被估计成误码。因此，当包络信息接近于参考值时，信号不是误码的可能性很高，这意味着包络信息不易被估计成误码。

因此，如果包络信息在0附近或远大于1以及相位信息接近于0，π或$\pm\pi/2$，可以认为该信号是一个错误信号的可能性很高。这就是说，在这个域中的信号等效于作为二进制的噪声。因此，通过计数满足这两个条件的信号，有可能估计错误率。此外，由于该域不包括信号是错误信号的可能性低的域，所以，一定间隔的误码脉冲计数间的误码差别降低。

然后，在包络信息接近于0或大于参考值的状态下，在信号满足相位信息接近于确定相位的阈值的条件时，错误率估计器只计数该信号，并基于计数值来估计错误率。作为结果，估计器能够以很小的估计误差输出准确错误率。

根据本发明的第一实施方法，错误率估计器被用来检测包含在来自所接收信号的I通道基带信号（I信号）和Q通道基带信号（Q信号）的相位信息和包络信息是否位于相应误码脉冲产生域中，并且在检测结果的基础上估计错误率。

根据本发明的第一实施方法的错误率估计器将参考图1进行描述。图1示出了错误率估计器的结构。在图1中，参考号1代表一个从I信号和Q信号中产生相位信息的存储器。参考号2代表一个将输入信号延迟一个符号周期的延迟单元。参考号3代表一个从当前时间点上的相位信息中减去一个符号相位信息的减法器。参考号4代表一个如果输入信号与代表误码脉冲产生域的信号一致就产生误码脉冲的一致检测器。参考号5代表一个计数误码脉冲数量的计数器。参考号14代表一个从I信号和Q信号中产生

包络信息的存储器。参考号 20 代表一个从 I 信号和 Q 信号的包络信息中减去参考值的减法器。参考号 16 代表一个计数输入信号绝对值的绝对值检测器。参考号 17 代表一个从包络信息和来自绝对值检测器 16 的参考值之间相差的绝对值中减去阈值的减法器。参考号 18 代表一个确定输入信号的确定单元。参考号 19 代表一个将输入信号进行逻辑运算的 AND 电路。

在错误率估计器中，I 信号 6 和 Q 信号 7 输入到存储器 1 的地址中。存储器 1 存储了 I 信号 6 和 Q 信号 7 的相位信息$\Theta = \arctan(Q/I)$。所以，通过从存储器 1 中读取相位信息，能够得到 I 信号 6 和 Q 信号 7 的相位信息 8。然后，相位信息 8 通过延迟单元 2 的作用被延迟一个符号周期。接下来，减法器 3 从相位信息 8 中减去被延迟的相位信号，然后，给出一个延迟检测信号 10。然后，延迟检测信号 10 输入到一致检测器 4 中。如果信号 10 和代表相位信息的误码脉冲产生域的信号 11 一致，一致检测器 4 就输出一个相位信息的误码脉冲信号 12。

此外，I 信号 6 和 Q 信号 7 输入到存储器 14 的地址中。存储器 14 存储了 I 信号 6 和 Q 信号 7 的包络信息$\sqrt{I^2+Q^2}$。因此，通过从存储器 14 中读取包络信息，就可以得到 I 信号 6 和 Q 信号 7 的包络信息 20。

接下来，减法器 15 从包络信息 20 中减去参考值 21，并输出一个代表参考值和 I 信号 6 和 Q 信号 7 的包络信息之间差别的信号 22。然后，信号 22 的绝对值被绝对值检测器 16 所检测。检测器 16 输出一个代表参考值和 I 信号 6 和 Q 信号 7 的包络信息间之差绝对值的信号 23。接下来，信号 23 被送到减法器 17，在那里，信号 23 减去阈值 24。减法器 17 输出结果信号 25。然后，信号 25 输入到确定单元 18。如果信号 25 超过阈值 24，那么确定单元 18 则输出一个包络信息的误码脉冲信号 26。如果包络信息与参考值分开了一定值或更多值，那么确定单元 18 输出一个包络信息的误码脉冲信号。这就是说，如果包络信息接近于 0 或远大于参考值，信号则被估计成错误信号。

然后，相位信息的误码脉冲信号 12 和包络信息的误码脉冲信号输入到与电路 19。与电路 19 将两个信号进行逻辑运算，并在遇到 I 信号 6 和 Q 信号 7 相位信息和包络信息的误码脉冲产生域时输出一个误码脉冲信号 27。

最后，误码脉冲信号 27 输入到计数器 5 中，计数器 5 则在每个突发信号处计数误码脉冲的数量，并输出代表误码脉冲数量的信号。

图 2 示出了误比特率和误码脉冲数量模拟的结果。从图 2 中的曲线可得出以下结果。

在误比特率为 10^{-3} 时最大和最小计数值的差别如下。

现有技术： 27

本实施方法： 20

在误比特率为 10^{-5} 时最大和最小计数值的差别如下。

现有技术： 14

本实施方法： 9

本实施方法的估计器能够将最大计数值和最小计数值间的差别（代表在突发信号处误码脉冲计数值的变化）减少为传统估计器的三分之二。

根据本实施方法的错误率估计器减少了误码脉冲的最大计数值和最小计数值间的差别（代表在突发信号处误码脉冲计数值的变化），因此，以很高的准确性估计错误率。

（第二种实施方法）

在低噪声水平和很小误码发生率时，误码只有在相位信息非常接近于边缘值和包络信息远离参考值的信号中发生。因此，估计器仅仅要求用来只计数相位信息非常接近于边缘值和包络信息远离参考值的信号，因此，估计器估计错误率更准确。正如这样，误码脉冲产生域根据错误率而变化，以使得计数值的偏差减少。因此，在第二种实施方法中，误码脉冲产生域根据错误率而切换。

第二种实施方法的估计器提供了在相位误码检测器中变化相位误码脉冲产生域的方法。该估计器用来检测来自 I 通道基带信号（ I 信号）和 Q 通道基带信号（ Q 信号）的相位信息信号和包络信息信号是否位于相应误码脉冲产生域中，由此估计错误率。

图 3 示出了根据本发明的第二种实施方法的错误率估计器。第二种实施方法与第一种实施方法不同的方面在于第二种实施方法具有减法器 28 ，确定单元 29 和开关 30 ，以及代表相位信息中误码脉冲产生域的信号是可变的。

第二种实施方法中相应于参考图 1 所述的部分和信号具有同样的参考号，这里不再详细描述。本发明的第二种实施方法将参考图 3 进行描述。对于到达误码脉冲计数值 13 的流程，第二种实施方法的流程与第一种实施方法的一样。

减法器 28 从误码脉冲计数值 13 中减去阈值 31，并且输出该结果作为差别信号 32。该信号输入到确定单元 29 中，在那里确定信号 32 是正还还是负。然后，确定单元 29 输出一个控制信号 33。根据控制信号 33，开关 30 选择信号 11（代表误码脉冲产生域的信号 A）或信号 34（代表误码脉冲产生域的信号 B），然后输出一个代表相位信息误码脉冲产生域的信号 35。

在很低错误率时，误码会在离确定相位的边缘值较近点发生。因此，在很低错误率时，通过变窄误码脉冲产生域，估计器就排除了对较小可能性被估计成错误信号的信号的计数，因此，估计错误率更准确。

因为代表相位信息中误码脉冲产生域的信号是变化的，所以，与第一种实施方法的估计器相比，第二种实施方法的估计器减少了误码脉冲最大计数值和最小计数值间的差别（在突发信号处误码脉冲计数值的变化），由此，估计错误率更加准确。

（第三种实施方法）

根据本发明的第三种实施方法的错误率估计器提供了在相位误码检测器和包络误码检测器中变化误码脉冲产生域的方法。该错误率估计器检测来自 I 通道基带信号（I 信号）和 Q 通道基带信号（Q 信号）的相位信息信号和包络信息信号是否位于相应误码脉冲产生域中，由此估计错误率。

图 4 示出了根据本发明的该实施方法的错误率估计器。第三种实施方法与第二种实施方法不同的方面在于第三种实施方法具有一个开关 36，以及代表相位信息和包络信息中误码脉冲产生域的信号是可变的。

第三种实施方法中相应于参考图 2 所述的部分和信号具有同样的参考号，这里不再详细描述。然后，根据第三种实施方法的错误率估计器将参考图 4 进行描述。到达控制信号 33 的流程与第二种实施方法的一样。

开关 36 根据控制信号 33 来接通信号 24（阈值 C）或信号 37（阈值 D），并输出阈值 38。如果计数值 13 小于阈值 31，那么开关 36 根据控制信号

33 选择较大的阈值。如果计数值 13 大于阈值 31，那么开关 36 选择较小的阈值。

对于包络信息，可以认为误码只在包络信息接近于 0 的地方以很低的错误率发生。如果错误率很低，并且误码计数值比阈值要小，那么，通过将包络信息的误码脉冲产生域限制在 0 附近的值，估计器就能够更准确地估计错误率。误码脉冲产生域包括具有远大于包络信息参考值数值的域。该域的作用可以忽略，因为很少的信号会进入该域。

根据第三种实施方法的估计器包括代表相位信息和包络信息中误码脉冲产生域的可变信号。与第二种实施方法的估计器相比，该估计器能够减少误码脉冲最大计数值和最小计数值间的差别（在突发信号处误码脉冲计数值的变化），并且更加准确地估计错误率。

（第四种实施方法）

根据本发明的第四种实施方法的错误率估计器包括一个相位信息产生器和一个包络信息产生器。相位信息产生器由一个绝对值电路，一个减法器，一个象限确定单元和一个转换器组成。包络信息产生器由一个比较器，一个移位电路和一个加法器组成。该估计器检测来自 I 通道所接收的基带信号（ I 信号）和 Q 通道所接收的基带信号（ Q 信号）的相位信息信号和包络信息信号是否位于相应误码脉冲产生域中，并在检测结果的基础上估计错误率。

图 5 示出了一个包括在第四种实施方法中的相位信息产生器的例子。图 7 示出了一个包括在第四种实施方法中的包络信息产生器的例子。第四种实施方法与第一到第三种实施方法不同的方面在于，相位信息产生器和包络信息产生器都不包含任何存储器。

第四种实施方法中相应于参考图 1 所述的部分和信号具有同样的参考号，这里不再详细描述。根据本发明的第四种实施方法将参考图 5 和图 7 进行描述。首先，描述将参考图 5 针对相位信息产生器进行。

以下的近似建立了有关 I 和 Q 信号的相位$\Theta = \arctan(Q/I)$与$|I| - |Q|$之间的关系。

$$|I| - |Q| \approx -4\Theta/\pi + 1 \qquad \text{在第一象限}$$

$$\text{或} \quad 4\Theta/\pi - 3 \qquad \text{在第二象限}$$

或 $-4\Theta/\pi - 3$ 在第三象限

或 $4\Theta/\pi + 1$ 在第四象限

. . . . (1)

图6代表了有关I和Q信号的相位$\Theta = \arctan(Q/I)$与$|I| - |Q|$之间的关系。相位Θ通过作表达式(1)所示的近似可产生1.8度范围内的误差。

如果I和Q信号都有参考值，假设I和Q信号具有参考值±1，那么，I和Q信号的相位Θ就是$\pm\pi/4$和$\pm 3\pi/4$。如果I和Q信号中的一个是0，而另一个有参考值，那么相位Θ是π和$\pm\pi/2$。当相位Θ接近于0时，$|I| - |Q| \approx 1$。当相位Θ接近于$\pi/4$时，$|I| - |Q| \approx 0$。通过作满足这些条件的初步近似，在第一象限中，就建立了$|I| - |Q| \approx -4\Theta/\pi + 1$。在第二到第四象限中，可以作同样的近似。在I和Q信号接近于±1的条件下，表达式(1)可作很好的近似。如果条件不满足，那么误码就会增加。如果需要减少误码，那么I和Q信号只需要被调整一下。

I信号6和Q信号7输入到绝对值检测器39和绝对值检测器40中，在那里，I和Q信号的绝对值被计算。检测器39和40输出绝对值信号44和45。信号44和45由减法器41相减。然后，减法器41输出一个差别信号46。接下来，I信号6和Q信号7输入到象限确定单元42中。确定单元42输出代表象限的信号。最后，差别信号46根据每个象限由转换器43转换。转换器43输出相位信息8。

接下来，将参考图7针对根据第四种实施方法的包络信息产生器进行描述。下面建立了有关作为I和Q信号的相位信息和包络信息的假定半径Z的近似。

$|I| > |Q|$时：$Z = |I| + 0.375 \cdot |Q|$

$|Q| > |I|$时：$Z = |Q| + 0.375 \cdot |I|$

. . . (2)

其中0.375的相乘是通过移位和加法完成的。图8示出了关于I和Q信号的相位Θ和假定半径Z之间的关系。Z通过作表达式(2)所示的近似可产生7%范围内的误差。这个小误差度数不会给假定错误率带来障碍。

I信号6通过幅度比较器48与Q信号7进行幅度比较。比较器48输出

信号 53（如果|I|>|Q|则为|I|或者如果|Q|>|I|则为|Q|）和信号 54（如果|Q|<|I|则为|Q|或者如果|I|<|Q|则为|I|）。接下来，信号 54 通过 2 位移位器 49 移动两位，并通过 3 位移位器 50 并行移动三位。移位器 49 输出一个信号（信号 54•0.25）和移位器 50 输出一个信号（信号 54•0.125）。信号 55 和 56 通过加法器 51 相加。然后，加法器 51 输出一个信号 57（信号 54•0.375）。最后，信号 53 和 57 通过加法器 52 相加。然后，加法器 52 输出包络信息 20。

正如以上所述，第四种实施方法的估计器不包括任何组成相位信息产生器和包络信息产生器的存储器。第四种实施方法的估计器能够比第一到第三种实施方法的估计器更快地估计误码，并且提高了信号的传输速度，因为这种方法不受误码估计消耗时间的限制。

从前面实施方法来看很显然，根据本发明的错误率估计器利用来自多个基带信号（Q 信号）的相位信息和包络信息来减少误码脉冲最大计数值和最小计数值间的差别（在突发信号处误码脉冲计数值的变化），因此，能够更准确地估计错误率。

此外，估计器能够根据错误率来改变误码脉冲产生域，以便估计出变化较小的错误率。

另外，错误率估计器能够以简单的电路和很快的速度获得相位信息和包络信息。因此，估计器加快了误码估计和信号传输的速度。

图 1

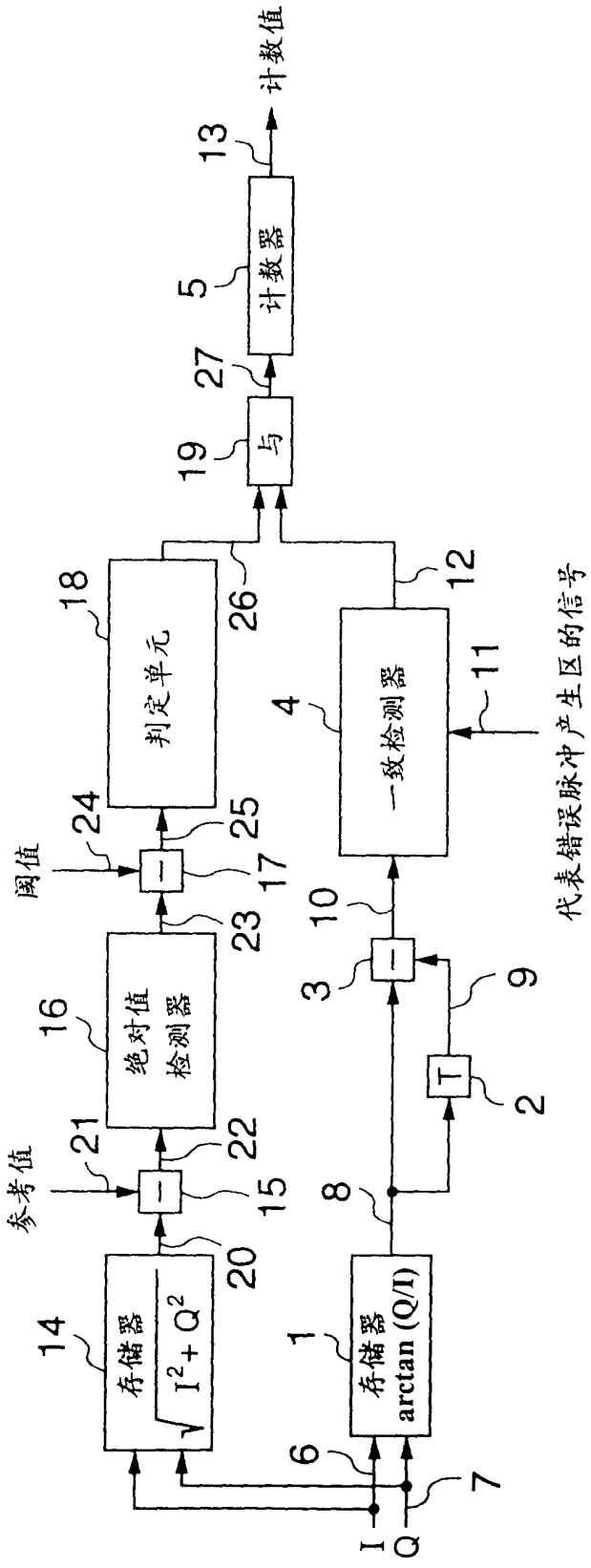

计数值
代表错误脉冲产生区的信号
参考值
阈值
存储器
$\sqrt{I^2+Q^2}$
存储器
arctan (Q/I)
绝对值
检测器
判定单元
一致检测器
计数器
与
T
I
Q

图 2

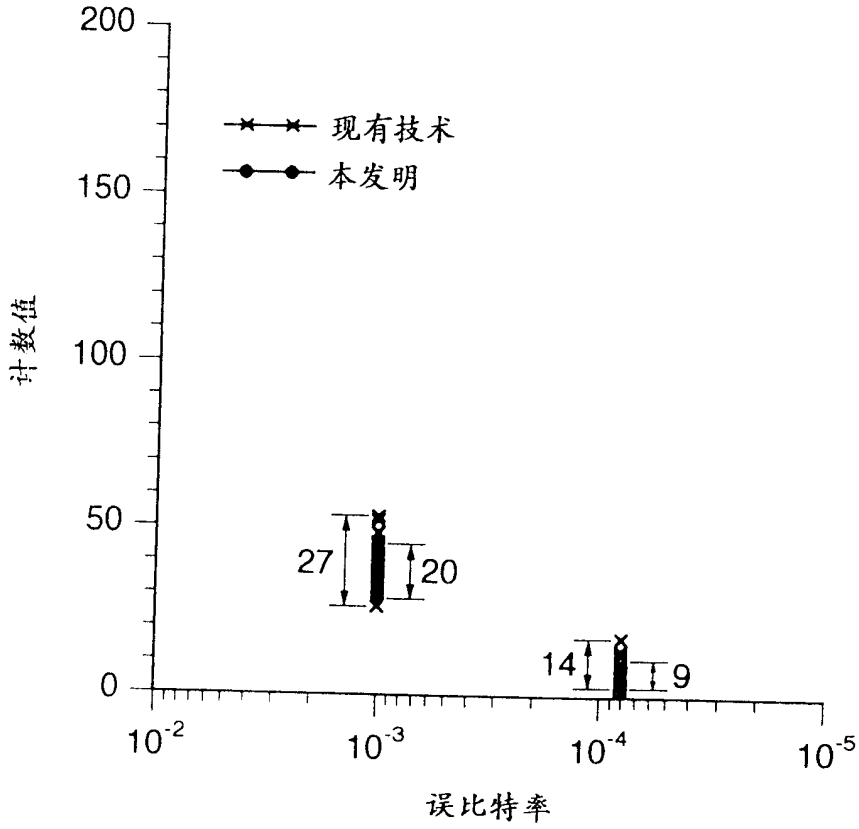


图 3

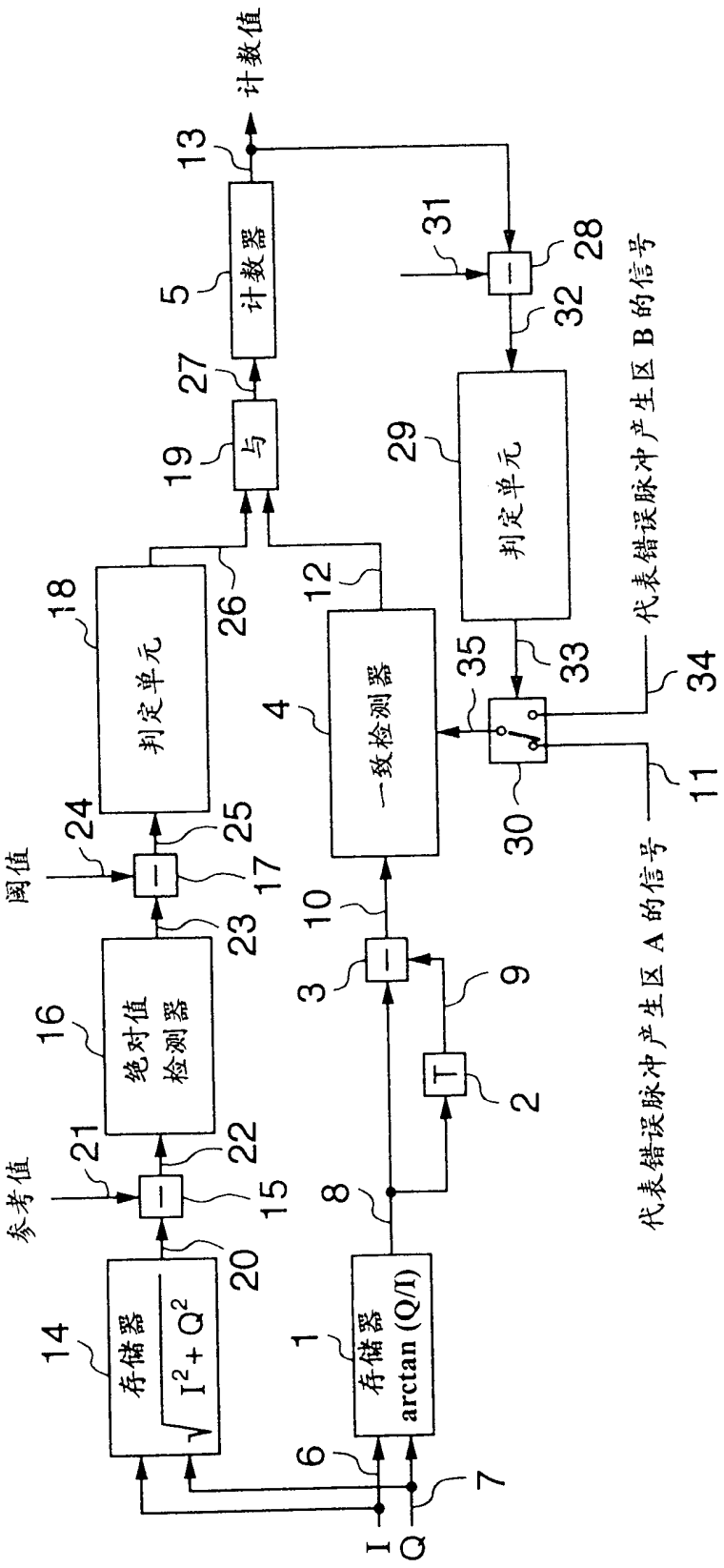

计数值
13
5
计数器
27
19
与
26
18
判定单元
12
29
判定单元
31
28
32
24
阈值
25
17
23
4
一致检测器
35
33
34
代表错误脉冲产生区 B 的信号
16
绝对值
检测器
21
22
参考值
15
20
14
存储器
$\sqrt{I^2+Q^2}$
3
10
9
T
2
8
1
存储器
arctan (Q/I)
30
11
代表错误脉冲产生区 A 的信号
6
7
I
Q

图 4

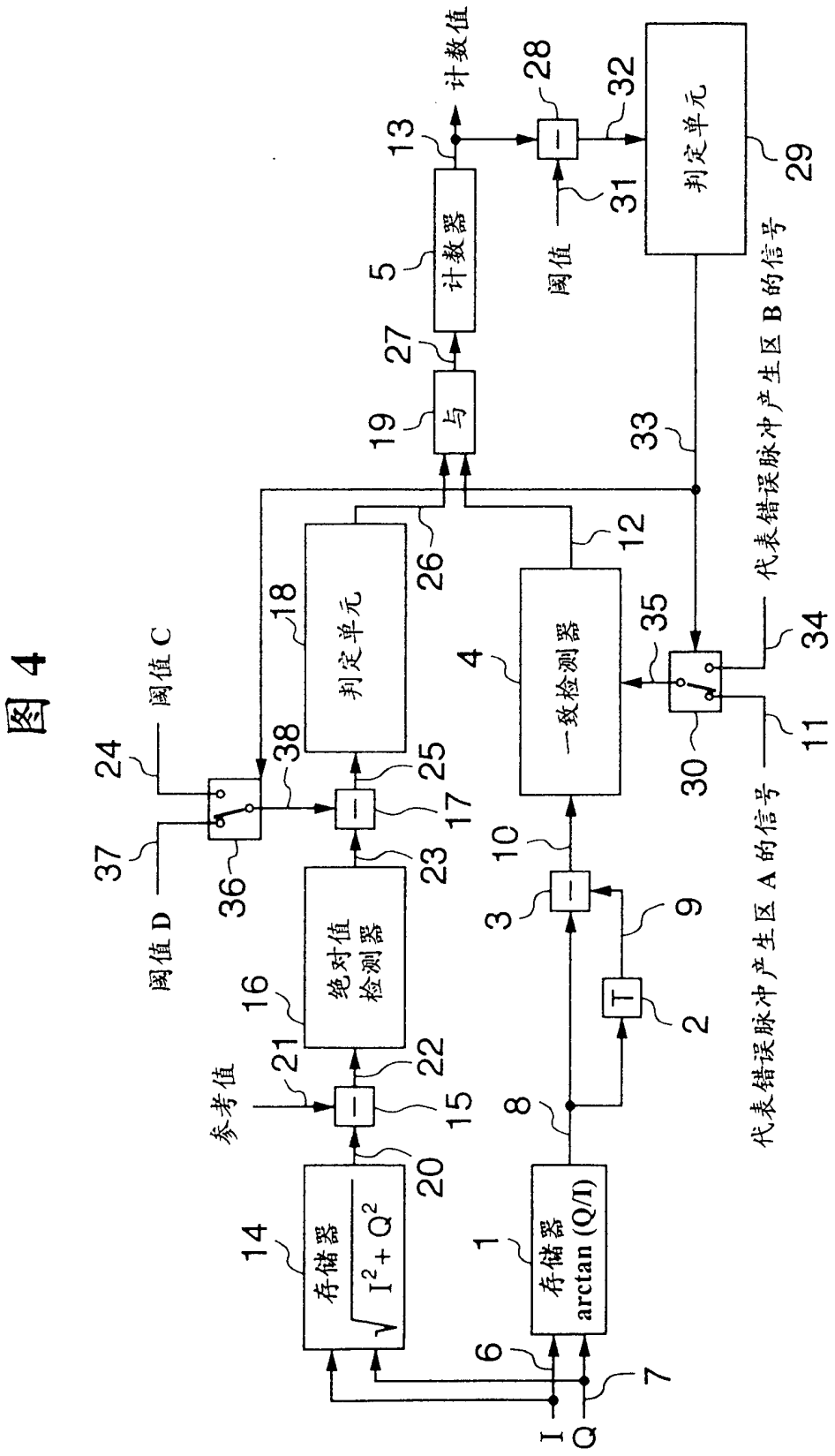

存储器
$\sqrt{I^2+Q^2}$
存储器
arctan (Q/I)
绝对值
检测器
一致检测器
判定单元
判定单元
计数器
与
T
参考值
阈值 C
阈值 D
阈值
计数值
代表错误脉冲产生区 A 的信号
代表错误脉冲产生区 B 的信号
I
Q
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38

图 5

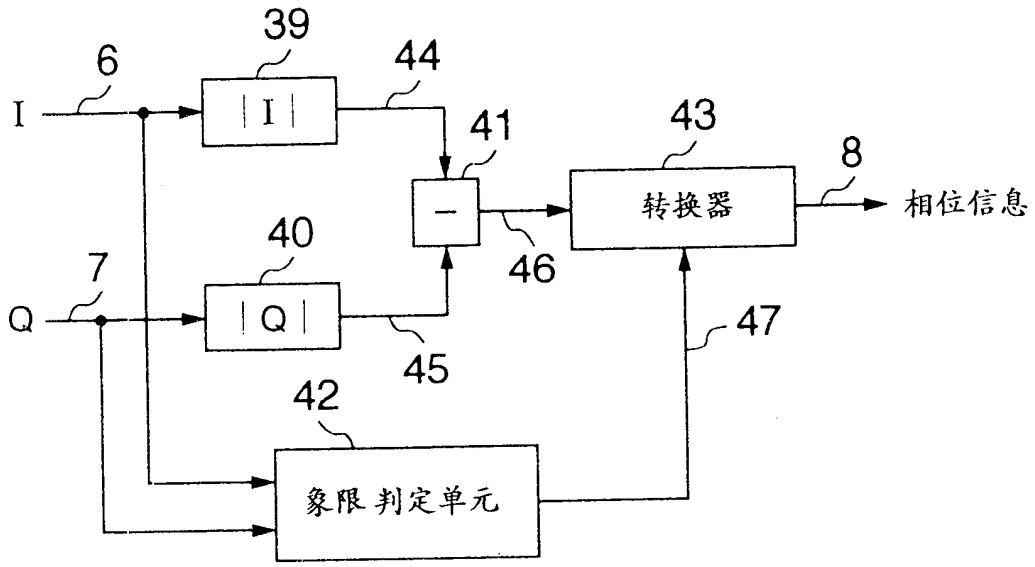

39
6
44
I
|I|
41
43
8
转换器
相位信息
40
7
|Q|
46
Q
47
45
42
象限判定单元

图 6

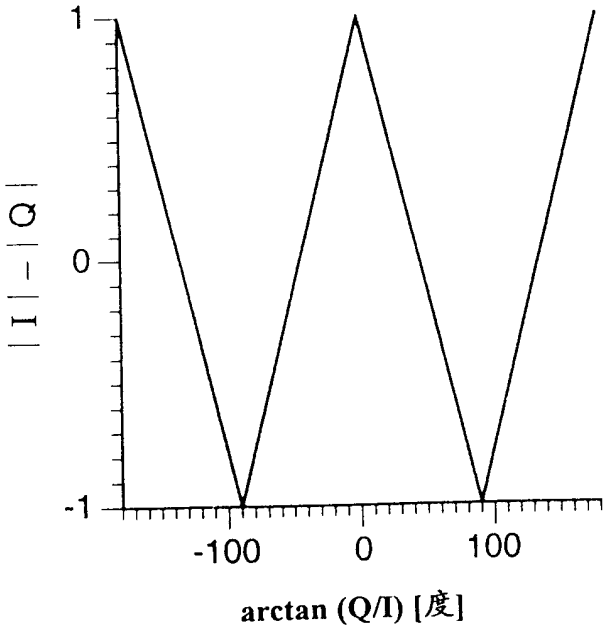

1
0
-1
|I| - |Q|
-100
0
100
arctan (Q/I) [度]

图 7

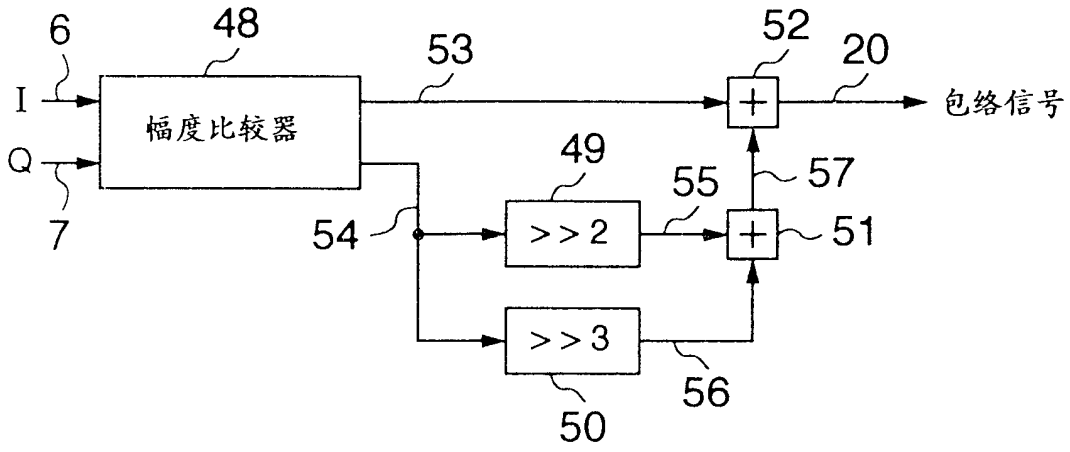

6
48
53
52
20
I
幅度比较器
包络信号
Q
49
55
57
7
54
>>2
51
>>3
56
50

图 8

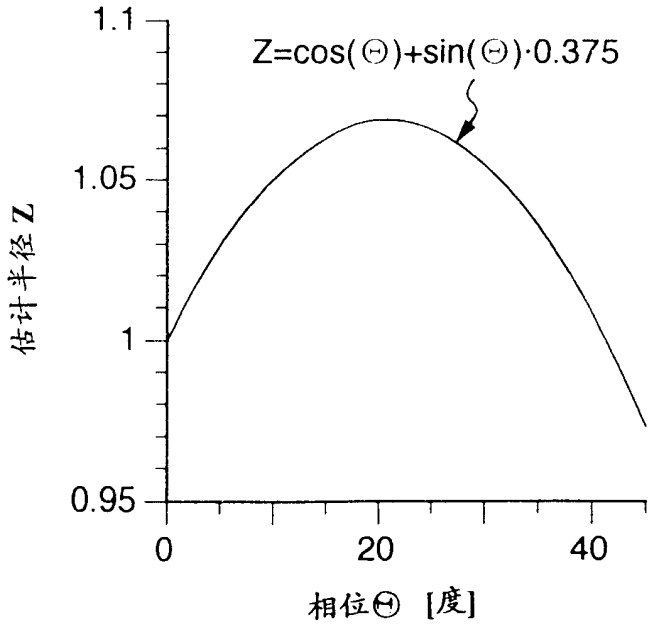
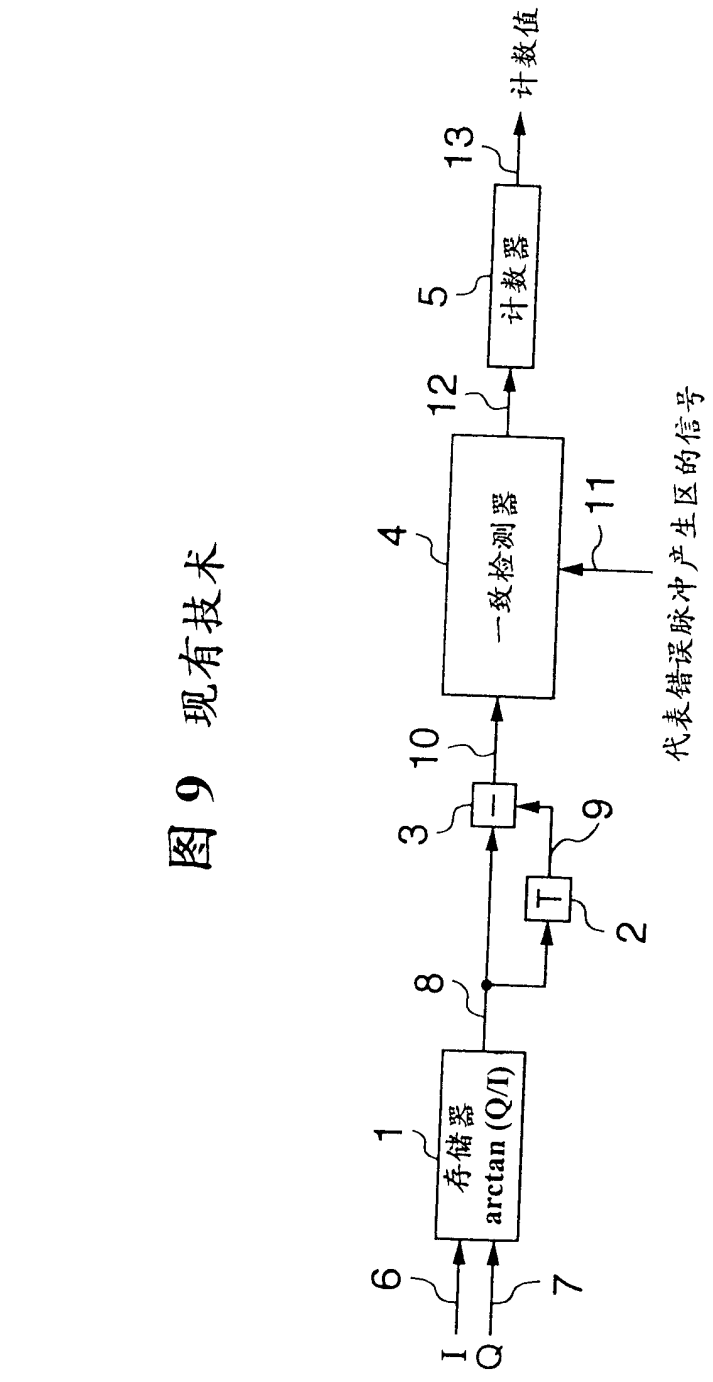

1.1
Z=cos(Θ)+sin(Θ)·0.375
1.05
估计半径 Z
1
0.95
0
20
40
相位Θ [度]

图 9 现有技术


计数值
13
5
计数器
12
4
一致检测器
11
代表错误脉冲产生区的信号
10
3
−
9
T
2
8
1
存储器
arctan (Q/I)
6
I
7
Q