[19]中华人民共和国专利局

[11] 公开号 CN 1125027A

[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 94192376.2

[51]Int.Cl[6]
H04L 27/22

[43]公开日 1996 年 6 月 19 日

[22]申请日 94.6.7

[30]优先权

[32]93.6.7 [33]JP[31]135807/93

[86]国际申请 PCT/JP94/00915 94.6.7

[87]国际公布 WO94/29991 日 94.12.22

[85]进入国家阶段日期 95.12.7

[71]申请人 株式会社东芝

地址 日本神奈川

[72]发明人 高桥英博

[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

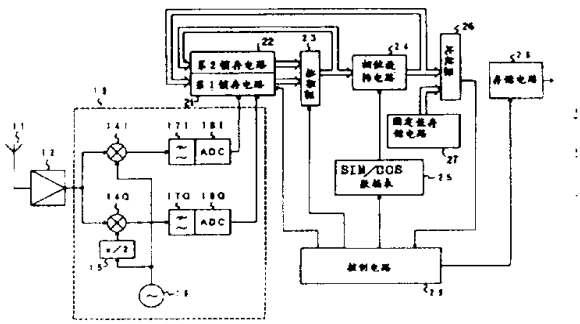
代理人 陆立英

权利要求书 6 页 说明书 20 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 相位检测设备

[57]摘要

本发明所公开的是一种相位检测设备，可以无需任何大容量的反正切表格存储器并在可行的计算时间内精确地计算一个输入数字复基带信号点的相位，而与其幅值无关。



权 利 要 求 书

1. 一种相位检测设备，它包括：

相位旋转装置，用于按预定角度旋转输入信号点的相位；

旋转角度设定装置，用于向上述相位旋转装置按降序提供多个旋转角度；

相位比较装置，用于鉴定被上述相位旋转装置旋转后的信号点与一个基准相位点是否在预定误差范围内一致；

控制装置，用于将在紧接前面的相位旋转之前或之后的信号点之一供给上述相位旋转装置并使上述相位旋转装置按照由上述旋转角度设定装置设定的旋转角度进行相位旋转处理，直到上述比较装置检测到一致为止、或即使相位比较装置未检测到一致而直到上述角度设定装置将所有的旋转角度供给上述相位旋转装置为止；以及

相位检测装置，用于根据上述相位旋转装置的相位旋转角度之和检测输入信号点相位。

2. 根据权利要求 1 所述的相位检测设备，其特征在于：上述旋转角度设定装置包含一个用于存储旋转角度的正弦值和余弦值的表。

3. 根据权利要求 1 所述的相位检测设备，其特征在于：如基准相位点为 0°时，上述旋转角度设定装置向上述相位旋转装置供给 $360°/2^n$（$n=1、2、...$）的旋转角度。

4. 根据权利要求 1 所述的相位检测设备，其特征在于：上述

相位旋转装置包括沿顺时针方向旋转输入信号点的装置，而且，如旋转后的信号点在逆时针方向超前于基准相位点，则上述控制装置向上述相位旋转装置供给旋转后的信号点，而如旋转后的信号点在逆时针方向滞后于基准相位点，则向上述相位旋转装置供给未旋转的信号点。

5. 根据权利要求 1 所述的相位检测设备，其特征在于：上述相位旋转装置包括沿逆时针方向旋转输入信号点的装置，而且，如旋转后的信号点在逆时针方向超前于基准相位点，则上述控制装置向上述相位旋转装置供给未旋转的信号点，而如旋转后的信号点在逆时针方向滞后于基准相位点，则向上述相位旋转装置供给旋转后的信号点。

6. 一种相位检测设备，它包括：

相位旋转装置，用于按预定角度旋转输入信号点的相位；

相位比较装置，用于鉴定被上述相位旋转装置旋转后的信号点与一个基准相位点是否在预定误差范围内一致；

调整装置，用于按照上述相位比较装置的鉴定结果调整上述相位旋转装置的旋转角度，使上述相位比较装置检测到一致；

其特征是根据上述相位旋转装置的旋转角度检测输入信号的相位。

7. 根据权利要求 6 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包括用于在上述相位旋转装置中顺序地设定逐次递减的旋转角度的设定装置，而且上述相位旋转装置包括用来保持旋转后信号点的保持装置和按照由上述设定装置设定的旋转角度旋转由上述保持装置保持的旋转后信号点的装置。

8. 根据权利要求 7 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包含一个用于存储旋转角度的正弦值和余弦值的表。

9. 根据权利要求 8 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包含一个如预定相位点为 0°时用于存储 360°/2^n(n＝1、2、...)的旋转角度的正弦值和余弦值的表。

10. 根据权利要求 6 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包括用于在上述相位旋转装置中顺序地设定逐次递减的旋转角度的设定装置，而且上述相位旋转装置包括用来保持旋转后信号点的第 1 保持装置和用来保持未旋转信号点的第 2 保持装置以及根据旋转后信号点是超前或滞后于预定相位点而沿预定的方向按照由上述设定装置设定的旋转角度旋转在上述第 1 和第 2 保持装置之一中保持的信号点的装置。

11. 根据权利要求 10 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包含一个用于存储旋转角度的正弦值和余弦值的表。

12. 根据权利要求 11 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包含一个如预定相位点为 0°时用于存储 360°/2^n(n＝1、2、...)的旋转角度的正弦值和余弦值的表。

13. 根据权利要求 6 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包括用于在上述相位旋转装置中顺序地设定逐次递减的旋转角度的设定装置，而且上述相位旋转装置包括用来保持旋转后信号点的保持装置以及根据旋转后信号点是超前或滞后于预定相位点而沿预定的方向按照由上述设定装置设定的旋转角度旋转在上述保持装置中保持的信号点的装置。

14. 根据权利要求 13 所述的相位检测设备，其特征在于：上

述调整装置包含一个用于存储旋转角度的正弦值和余弦值的表。

15. 根据权利要求 14 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包含一个如预定相位点为 0°时用于存储 360°/2″(n＝1、2、...)的旋转角度的正弦值和余弦值的表。

16. 根据权利要求 6 所述的相位检测设备，其特征在于：上述相位旋转装置包括沿顺时针方向旋转输入信号点的相位的装置，而且，如旋转后的信号点在逆时针方向超前于预定基准相位点，则上述控制装置向上述相位旋转装置供给旋转后的信号点，而如旋转后的信号点在逆时针方向滞后于预定基准相位点，则向上述相位旋转装置供给未旋转的信号点。

17. 根据权利要求 6 所述的相位检测设备，其特征在于：上述相位旋转装置包括沿逆时针方向旋转输入信号点的相位的装置，而且，如旋转后的信号点在逆时针方向超前于预定基准相位点，则上述控制装置向上述相位旋转装置供给未旋转的信号点，而如旋转后的信号点在逆时针方向滞后于预定基准相位点，则向上述相位旋转装置供给旋转后的信号点。

18. 一种相位检测设备，它包括：

确定装置，用于在复平面上确定一个输入信号点所在的象限；

相位旋转装置，用于按预定角度旋转输入信号点的相位；

相位比较装置，用于按照由上述确定装置确定的象限鉴定被上述相位旋转装置旋转后的信号点与一个预定相位点是否一致；

调整装置，用于按照上述相位比较装置的鉴定结果调整上述相位旋转装置的旋转角度，使上述相位比较装置检测到一致；

其特征是根据上述相位旋转装置的旋转角度及预定相位点检测输入信号的相位。

19. 根据权利要求 18 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包括用于在上述相位旋转装置中顺序地设定逐次递减的旋转角度的设定装置，而且上述相位旋转装置包括用来保持旋转后信号点的保持装置和按照由上述设定装置设定的旋转角度旋转由上述保持装置保持的旋转后信号点的装置。

20. 根据权利要求 19 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包含一个用于存储旋转角度的正弦值和余弦值的表。

21. 根据权利要求 20 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包含一个如预定相位点为 0°时用于存储 $360°/2^n$（$n=1、2、...$）的旋转角度的正弦值和余弦值的表。

22. 根据权利要求 18 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包括用于在上述相位旋转装置中顺序地设定逐次递减的旋转角度的设定装置，而且上述相位旋转装置包括用来保持旋转后信号点的第 1 保持装置和用来保持未旋转信号点的第 2 保持装置以及根据旋转后信号点是超前或滞后于预定相位点而沿预定的方向按照由上述设定装置设定的旋转角度旋转在上述第 1 和第 2 保持装置之一中保持的信号点的装置。

23. 根据权利要求 22 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包含一个用于存储旋转角度的正弦值和余弦值的表。

24. 根据权利要求 23 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包含一个如预定相位点为 0°时用于存储 $360°/2^n$（$n=1、2、...$）的旋转角度的正弦值和余弦值的表。

25. 根据权利要求 18 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包括用于在上述相位旋转装置中顺序地设定逐次递减的旋转角度的设定装置，而且上述相位旋转装置包括用来保持旋转后信号点的保持装置以及根据旋转后信号点是超前或滞后于预定相位点而沿预定的方向按照由上述设定装置设定的旋转角度旋转在上述保持装置中保持的信号点的装置。

26. 根据权利要求 25 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包含一个用于存储旋转角度的正弦值和余弦值的表。

27. 根据权利要求 26 所述的相位检测设备，其特征在于：上述调整装置包含一个如预定相位点为 0°时用于存储 $360°/2^n$（$n=1、2、...$）的旋转角度的正弦值和余弦值的表。

28. 根据权利要求 18 所述的相位检测设备，其特征在于：上述相位旋转装置包括沿顺时针方向旋转输入信号点的相位的装置，而且，如旋转后的信号点在逆时针方向超前于基准相位点，则上述控制装置向上述相位旋转装置供给旋转后的信号点，而如旋转后的信号点在逆时针方向滞后于基准相位点，则向上述相位旋转装置供给未旋转的信号点。

29. 根据权利要求 18 所述的相位检测设备，其特征在于：上述相位旋转装置包括沿逆时针方向旋转输入信号点的装置，而且，如旋转后的信号点在逆时针方向超前于基准相位点，则上述控制装置向上述相位旋转装置供给未旋转的信号点，而如旋转后的信号点在逆时针方向滞后于基准相位点，则向上述相位旋转装置供给旋转后的信号点。

说　　明　　书

相位检测设备

本发明涉及在例如数字式移动无线电通信设备或卫星通信设备内设置的同步检测用载波再生电路、相位检测电路或频率检测电路中用于检测接收信号相位的相位检测设备。

近来，随着半导体工艺技术、特别是数字 *IC* 工艺技术的发展，数字解调电路在许多情况下都是以在数字式单元结构无线电通信系统(***cellular radio communication system***)或卫星通信系统中的数字信号处理电路实现的。在这种类型的数字解调电路中，正交检测器用来检测例如一个接收到的无线电信号并将该信号转换为一个复基带信号。*A/D* 转换器将这个复基带信号转换成数字复基带信号。数字信号处理电路对这个数字复基带信号进行同步检测、相位检测或频率检测。

为实现如上所述的数字解调功能，必须检测出所接收到的复基带信号的相位。作为进行相位检测用的常规相位检测设备已经开发有下列各种设备。

(1) 相位为数字复基带信号的实部分量 *I* 和虚部分量 *Q* 的反正切(*tan*—1(*Q/I*))。因此，要预先计算不同的 *I* 和 *Q* 值组合的反正切，并在 *ROM* 内编制一个表。按地址将 *I* 和 *Q* 输入到 *ROM*，并输出与表中的上述输入地址对应的相位。

(2) 利用级数展开对其进行计算，而不预先计算反正切。

(3) 将虚部分量 Q 的值看作相位。

(4) 计算 $Q \times sign(I)$，并将其计算值看作相位。应该注意到当 X 的符号为正时，$sign(X)$为+1，而 X 的符号为负时，$sign(X)$为−1。

(5) 计算 $Q \times sign(I) - I \times sign(Q)$，并将其计算值看作相位。

这些常规相位检测设备存在以下问题。

就是说，采用表格式 *ROM* 的系统(1)需要一个大容量的 *ROM*。这就增加了设备的电路规模，因而导致难于减小设备的尺寸和重量。这将降低象携带式电话机一类的移动通信设备的轻便性，而这类设备的最重要的课题就是小尺寸和重量轻。所以，系统(1)在这类设备中是极不合需要的。

在系统(2)中，计算必须反复进行许多次。因这将延长计算时间，所以系统(2)对通信设备的实时处理是不适用的。

系统(3)至(5)的优点是在这些系统中只需进行相当简单的计算。但是，这些系统仅能检测相位的极性或信号电平的幅值，亦即不能检测相位本身。尤其是由于计算值的变化使这些系统不能精确计算这样一类信号的相位，例如利用一个 $\pi/4$ 相移 *DQPSK* 系统调制的接收信号，其幅值电平是根据相位位置而改变的。

考虑到以上情况，本发明的目的是提供一种不需要大容量 *ROM* 并能在可行的计算时间内与输入信号幅值无关地计算精确相位的相位检测设备。

本发明的另一个目的是提供一种适用于移动通信设备的相位检测设备。

为达到上述目的，本发明的相位检测设备包括以下装置：用于

按预定角度旋转输入信号点的相位的相位旋转装置、用于向该相位旋转装置按降序提供多个旋转角度的旋转角度设定装置、用于鉴定被相位旋转装置旋转后的信号点与一个基准相位点是否在预定误差范围内一致的相位比较装置、用于顺序地以多个旋转角度旋转输入信号点相位直到相位比较装置检测到一致为止、或即使相位比较装置未检测到一致而直到旋转角度设定装置将多个旋转角度全部供给了相位旋转装置为止的控制装置、以及用于根据相位旋转装置的相位旋转角度之和检测输入信号点相位的相位检测装置。

因此，本发明的相位检测设备可以进行相位检测而无需使用任何大容量的存储器。相应地，与采用反正切 ***ROM*** 的情况相比，电路规模可以减小。这使得有可能实现例如移动无线电通信设备的尺寸和重量的减小。

而且，因相位的旋转是按降序的角度进行的，所以通过相当少的反复次数即可使输入信号的相位与基准相位一致。这样便避免了多次反复计算的必要，因而使相位检测在短时间内进行成为可行的。

此外，检测系统与输入信号的幅值无关。因此，即使在处理象利用 $\pi/4$ 相移 ***DQPSK*** 系统调制的接收信号之类的其幅值电平根据相位位置改变的信号时，仍能进行精确的相位检测。

图 1 是表示包括一个按照本发明第 1 实施例的相位检测设备的移动通信设备接收系统结构的框图。

图 2 是图 1 所示 ***sin/cos*** 数据表的一个示例图。

图 3 是表示第 1 实施例操作的流程图。

图 4 是为说明第 1 实施例操作的相位旋转方式的表示图。

图 5 是在按照本发明第 2 实施例的相位检测设备中使用的 *sin/cos* 数据表的一个示例图。

图 6 是表示第 2 实施例的主要操作步骤的流程图。

图 7 是为说明第 2 实施例操作的相位旋转方式的表示图。

图 8 是表示包括一个按照本发明第 3 实施例的相位检测设备的移动无线电通信设备接收系统结构的框图。

图 9 是表示第 3 实施例操作的流程图。

图 10 是为说明第 3 实施例操作的相位旋转方式的表示图。

为了更详细地说明本发明，以下将参照附图说明它的实施例。

图 1 是表示包括一个按照本发明第 1 实施例的相位检测设备的移动无线电通信设备接收系统结构的框图。

参照图 1，由天线 11 接收来自一个基地电台（图中未画出）的射频信号，用低噪声放大器 12 放大并加到正交检测电路 13。在正交检测电路 13 中，所接收的射频信号先被分成两个信号分量并加到混频器 14*I* 和 14*Q*。混频器 14*I* 和 14*Q* 将各信号分量与具有 $\pi/2$ 相位差的接收端本机振荡信号混频。因此，这两个信号分量被变频为一个复基带信号的实部（*I*）分量和虚部（*Q*）分量。由频率合成器 16 产生的本机振荡信号直接供给 14*I* 并经过一个 $\pi/2$ 移相器 15 供给 14*Q*。从混频器 14*I* 和 14*Q* 输出的接收到的复基带信号的 *I* 和 *Q* 分量由基带滤波器 17*I* 和 17*Q* 滤波并加到 *A/D* 转换器 18*I* 和 18*Q*。*A/D* 转换器 18*I* 和 18*Q* 将输入信号转换为数字信号并将其传送给相位检测设备。

相位检测设备包括用来接收数字复基带信号（*I* 和 *Q* 分量）的第 1 锁存电路 21 和第 2 锁存电路 22、用于从第 1 和第 2 锁存电路

21 和 22 选择一个输出并将该输出供给第 2 锁存电路 22 的选择器 23、用于旋转选择器 23 的输出信号并将输出供给第 1 锁存电路的相位旋转电路 24、用于向相位旋转电路 24 供给相位旋转角度信息的 ***sin/cos*** 数据表 25、固定值存储电路 27、用于将相位旋转电路 24 的输出信号的相位与固定值存储电路 27 的输出进行比较的比较器 26、以及控制电路 29。

应该注意到在相位检测设备的框图中数字复基带信号的 ***I*** 和 ***Q*** 分量是合在一起用粗线表示的。

A/D 转换器 18***I*** 和 18***Q*** 按照与采样时钟对应的预定周期输出数字复基带信号(在下文中将从 ***A/D*** 转换器周期地输出的一个单位的数字信号看作是一个采样值),并对每个采样值进行相位检测。在采样值相位检测开始之前,第 1 锁存电路 21 保持从 ***A/D*** 转换器 18***I*** 和 18***Q*** 输出的数字复基带信号。在相位检测开始之后,第 1 锁存电路 21 保持从相位旋转电路 24 输出的相位旋转后数字复基带信号。另一方面,第 2 锁存电路 22 保持每当相位旋转电路 24 进行相位旋转时供给该相位旋转电路 24 的相位旋转前数字复基带信号。第 1 锁存电路 21 和第 2 锁存电路 22 的信号保持和读取操作按照来自控制电路 29 的指令进行。

选择器 23 由例如一个多路转换器(***multiplexer***)组成,按照来自控制电路 29 的指令交替地选择由第 1 锁存电路 21 保持的相位旋转后数字复基带信号和由第 2 锁存电路 22 保持的相位旋转前数字复基带信号,并将选定的信号供给相位旋转电路 24。

相位旋转电路 24 按照对应于从 ***sin/cos*** 数据表 25 供给的 ***sin*** 数据和 ***cos*** 数据的角度,旋转由选择器 23 供给的复基带信号的相

位。相位旋转电路 24 输出所产生的相位旋转后复基带信号。

假定相位旋转电路 24 的输入为 $I+jQ$，则旋转后的信号 $I'+jQ'$ 由下式表示

$$I'=I\cdot\cos\theta-Q\cdot\sin\theta$$

$$Q'=Q\cdot\cos\theta+I\cdot\sin\theta$$

式中 θ 顺时针方向为正值。

sin/cos 数据表 25 包括一个 *ROM*，其中如图 2 所示，与地址 1 至 8 一一对应地存储着代表 $360°/2^n$（$n=1$ 至 8）旋转角度的 *sin* 数据和 *cos* 数据，即 180°、90°、45°、22.5°、11.3°、5.6°、2.8°和 1.4°八个旋转角度。这些 *sin* 和 *cos* 数据按照由控制电路 29 供给的地址有选择地读出。应该注意到相位旋转电路 24 的旋转方向固定为顺时针方向。

比较器 26 将从相位旋转电路 24 输出的相位旋转后复基带信号的相位与预先存储在固定值存储电路 27 内的基准相位进行比较，由此鉴定复基带信号是超前、滞后还是与基准相位信号一致。如鉴定为该信号的相位超前于基准相位，则比较器 26 输出一个电平为"1"的信号，如鉴定为该信号的相位滞后于基准信号，则输出一个电平为"－1"的信号，而如鉴定为该信号的相位与基准相位一致，则输出一个电平为"0"的信号。这些鉴定信号输入到控制电路 29。注意到例如用 0°作为基准相位。在用比较器 26 进行的这种鉴定中，鉴定复基带信号的相位是否与基准相位一致并不需要鉴定与基准相位是否完全一致。也就是说，如果信号的相位相对于基准信号在某个容许误差范围之内，即可鉴定为一致。

控制电路 29 用来控制由上述各电路进行的整个相位检测操

作。就是说，控制电路 29 根据比较器 26 的输出鉴定信号控制选择器 23，有选择地供给在第 1 锁存电路 21 和 22 中保持的复基带信号。与此控制操作同步，控制电路 29 还从 *sin/cos* 数据表 25 按降序的角度读出代表相位旋转角度的 *sin* 数据和 *cos* 数据，并将读出的数据供给相位旋转电路 24，由此使相位旋转电路 24 旋转复基带信号的相位。此外，控制电路 29 将与比较器 26 的鉴定结果对应的值写入存储电路 28。存储电路 28 例如由一个 *RAM* 组成。

以下将参照图 3 所示的控制电路 29 的流程图说明带有上述电路配置的相位检测设备的操作。本发明的操作要点如下。即当供给一个数字复基带信号的采样信号点时，控制电路 29 以图 2 所示表格中的各个旋转角度沿着相位平面顺序地旋转该采样点，同时鉴定各旋转信号点的相位与基准相位是否一致。如检测为一致，则控制电路 29 检测到的相角所旋转的角度和为该采样点的相角。

当操作开始时，按步骤 #10 进行初始化，亦即将表示旋转序数的参数 *i* 置 0。

当 *A/D* 转换器 18*I* 和 18*Q* 输出一个采样值的数字复基带信号时，在步骤 #12 中第 1 锁存电路 21 锁存一个采样点的数据。

在步骤 #14，控制选择器 23 选择第 1 锁存电路 21，并将在第 1 锁存电路 21 中保持的正交检测电路 13 的输出数字复基带信号的采样点供给相位旋转电路 24。

在步骤 #16，控制电路 29 将参数 *i* 增 1。

在步骤 #18，控制电路 29 将参数 *i* 作为一个地址供给 *sin/cos* 数据表 25，读出在该地址下存储的 *sin* 数据和 *cos* 数据，并将读出数据供给相位旋转电路 24。亦即控制电路 29 先指定地址 1 并读出

与最大相位旋转角度即180°对应的*sin*数据和*cos*数据。

在步骤#20，相位旋转电路24进行移相操作，通过此操作使由选择器23供给并保持在第1锁存电路21中的数字复基带信号的采样点顺时针旋转。

在步骤#22，控制电路29使第1锁存电路21锁存旋转后的采样点数据，并使第2锁存电路22锁存旋转前的采样点数据。

在步骤#24，控制电路29确定参数*i*是否已到达8。如步骤#24为***YES***，则因相位旋转电路24已经完成了*sin/cos*数据表25内存储的所有旋转角度的旋转处理，控制电路29终止操作。如步骤#24为***NO***，则在步骤#26由比较器26鉴定旋转后的信号点的相位与在固定值存储电路27中存储的基准相位对应的固定值是否一致。如步骤#26为***YES***，则在步骤#28，控制电路29在存储电路28内存"1"并结束操作。

如步骤#26为***NO***，则在步骤#30，控制电路29鉴定旋转后的信号点的相位是否超前于基准相位(旋转后的信号点的相位按逆时针方向位于基准点的前面)。如步骤#30为***YES***，则在步骤#32在存储电路28内存"1"。在步骤#34，控制选择器23选择第1锁存电路21以进行下一步处理，并将旋转后的相位供给相位旋转电路24。此后，流程返回步骤#16，将参数*i*增1重复以上操作。就是说，将旋转后信号点的相位进一步再旋转紧接前面的旋转角度的一半。如旋转后信号点的相位滞后于基准相位，则在步骤#36在存储电路28内存"0"。在步骤#38，控制选择器23选择第2锁存电路22以进行下一步处理，并将未旋转的信号点的相位供给相位旋转电路24。此后，流程返回步骤#16，将参数*i*增1重复以上操

作。就是说，将未旋转信号点的相位旋转紧接前面的旋转角度的一半。

以下将参照图4说明本实施例的一个实际操作例子。在图4中假定一个数字复基带信号的采样点为点*A*。该采样点*A*先用相位旋转电路24沿顺时针方向旋转180°(步骤#20)，移动到点*B*。

如步骤#14所示，选择器23选择第1锁存电路21。因此，在步骤#22，在第1锁存电路21中保持的旋转前初始信号点*A*的复基带信号的相位通过选择器23被传送并保持在第2锁存电路22，而相位旋转电路24输出的相位旋转后信号点*B*重新保持在第1锁存电路21。

相位旋转后信号点*B*被输入到比较器26。比较器26将输入的相位旋转后信号点*B*与在固定值存储电路27中存储的基准相位即0°进行比较(步骤#26和步骤#30)。如信号点*B*的相位超前于基准相位，则比较器26输出一个电平为"1"的信号，如信号点*B*的相位滞后于基准信号，则输出一个电平为"—1"的信号，而如两个相位一致，则输出电平为"0"的信号。如图4所示，在这种情况下相位旋转后信号点*B*的相位超前于基准相位。因此，比较器26输出一个电平为"1"的信号。则控制电路29按步骤#32将数据"1"写入存储电路28。

当完成了第1次相位旋转控制并将与鉴定结果对应的数据存入存储电路28时，控制电路29进行第2次相位旋转控制。根据比较器26的鉴定结果，控制电路29选择一个进行下一次相位旋转处理的信号点。在这种情况下，鉴定信号是电平为"1"的信号，指示出相位旋转后信号点的相位还没有到达(超前于)基准相位。因此，控

制电路 29 确定相位旋转角度还不够，并控制选择器 23 选择保持有相位旋转后信号点 ***B*** 的第 1 锁存电路 21(步骤＃34)。结果，在第 1 锁存电路 21 中存储的相位旋转后信号点 ***B*** 的相位通过选择器 23 被供给到相位旋转电路 24。

此后，在步骤＃18 控制电路 29 对 ***sin/cos*** 数据表 25 进行第 2 次地址指定。因此，与按地址 2 存储的第 2 个最大相位旋转角度即 90°对应的 ***sin*** 数据和 ***cos*** 数据被读出并供给相位旋转电路 24。相位旋转电路 24 将信号 ***B*** 的相位旋转 90°。所得到的相位旋转后信号点为图 4 中的点 ***C***。

由于该相位旋转后信号点 ***C*** 的相位滞后于基准相位(相位旋转过大)，所以比较器 26 输出一个电平为"－1"的信号。如步骤＃36 所示，控制电路 29 将数据"0"写入存储电路 28。在步骤＃38，控制电路 29 使选择器 23 选择第 2 锁存电路 22。选择第 2 锁存电路 22 意味着对当前的相位旋转前信号点再次进行下一次的相位旋转处理。就是说，在第 3 次相位旋转处理时，将第 2 锁存电路 22 中保持的相位旋转前信号点 ***B*** 通过选择器 23 供给到相位旋转电路 24。

控制电路 29 对 ***sin/cos*** 数据表 25 进行第 3 次地址指定。因此，从 ***sin/cos*** 数据表 25 读出与按地址 3 存储的相位旋转角度 45 °对应的 ***sin*** 和 ***cos*** 数据并供给相位旋转电路 24。相位旋转电路 24 将信号 ***B*** 的相位旋转 45°。该相位旋转后信号点为图 4 中的点 ***D***。

在步骤＃22，按照与第 1、第 2 和第 3 次旋转处理同样的方式，将相位旋转后信号点 ***D*** 反馈并保持在第 1 锁存电路 21 内。并将在第 2 锁存电路 22 内保持的相位旋转前信号点 ***B*** 再次通过选择器 23 进行反馈和保持。

当输出相位旋转后信号点 D 时，比较器 26 将信号点 D 与基准相位点 F 进行比较。因信号点 D 的相位超前于基准相位点 F，所以比较器 26 输出一个电平为"1"的鉴定信号，并将数据"1"存入存储电路 28。

当完成了第 3 次相位旋转控制并将与鉴定结果对应的数据存入存储电路 28 时，控制电路 29 接着执行第 4 次相位旋转控制。根据比较器 26 输出的电平为"1"的鉴定信号，控制电路 29 确定第 3 次相位旋转控制中的相位旋转角度还不够。因此，选择相位旋转后信号点 D，在步骤＃34，控制电路 29 控制选择器 23 选择第 1 锁存电路 21。结果，在第 1 锁存电路 21 中保持的相位旋转后信号点 D 通过选择器 23 供给到相位旋转电路 24。

控制电路 29 对 *sin/cos* 数据表 25 进行第 4 次地址指定。因此，从 *sin/cos* 数据表 25 读出与相位旋转角度 22.5°对应的 *sin* 和 *cos* 数据并供给相位旋转电路 24。相位旋转电路 24 将信号 D 的相位旋转 22.5°。该相位旋转后信号点为图 4 中的点 E。相位旋转后信号点 E 被反馈并保持在第 1 锁存电路 21 内。应该注意到已经保持在第 1 锁存电路 21 内的相位旋转前信号点 D 被传送并保持在第 2 锁存电路 22 内。

当输出相位旋转后信号点 E 时，比较器 26 将信号点 E 与基准相位点 F 进行比较。因信号点 E 与基准相位点 F 一致，所以比较器 26 输出一个电平为"0"的信号。因此，在步骤＃28 将数据"1" 存入存储电路 28，控制电路 29 因确定已检测到数字复基带信号的采样点 A 的相位而终止操作。

如旋转后的信号点与基准相位点不一致，则再次重复进行上述

操作。但是，如果已对 *sin/cos* 数据表 25 内存储的所有旋转角度进行过旋转处理，则如步骤＃24 所示结束操作，而不管相位是否达到一致。如是这种情况，允许有最小旋转角度为 1.4°或更小的误差。

当操作结束时，控制电路 29 从存储电路 28 读出数据、在图 4 的情况下为"1011"，并将该值作为相位检测数据供给一个电路（图中未画出）。注意到"1011"按十进制记数法为 11，并当 0 至 360° 的相位用 4 位码表示时对应于 360°×11/16＝247.5°。

如上所述，在本实施例中，从 *sin/cos* 数据表 25 按角度的降序读出代表着 180°、90°、45°、...旋转角度的 *sin* 数据和 *cos* 数据，并由相位旋转电路 24 旋转一个复基带信号的相位。然后，比较器 26 将相位旋转后信号点与基准相位点 0°进行比较。根据比较器 26 的鉴定结果，选择器 23 交替地选择相位旋转前或旋转后的信号点，并将所选定的信号点供给到相位旋转电路 24 以进行下一次相位旋转。反复进行这种操作，直到比较器 26 鉴定出相位旋转后信号点与基准相位点一致为止、或直到从 *sin/cos* 数据表 25 读出所有相位旋转角度为止。

因此，*sin/cos* 数据表 25 只需存储代表着顺序减小一半的 180°、90°、45°、...旋转角度的 *sin* 数据和 *cos* 数据，所以无需使用任何大容量的存储器即可进行相位检测。因而，与采用反正切 *ROM* 的情况相比，电路规模可以减小。这使得有可能减小例如移动无线电通信设备的尺寸和重量。

并且，在本实施例中，将代表着 180°、90°、45°、...旋转角度的 *sin* 数据和 *cos* 数据存储在 *sin/cos* 数据表 25 内。所以，可以读出这

些 *sin* 和 *cos* 数据，并直接用于相位旋转计算。作为一个例子，如代表角度的数据作为相位旋转角度存储，则需要一个将角度数据转换成 *sin* 数据和 *cos* 数据的表。但是，在本实施例中不需要这样的表，因此可进一步简化电路结构并使其小型化。

此外，在本实施例中相位旋转电路 24 是按降序的相位旋转角度进行相位旋转处理的。因此，复基带信号点通过相当少的反复次数即可趋近基准相位点。这样便避免了多次反复计算的必要，因而使相位检测在短时间内进行成为可行的。而且，检测系统与复基带信号的幅值无关。因此，即使在处理象利用 $\pi/4$ 相移 ***DQPSK*** 系统调制的接收信号之类的其幅值电平根据相位位置改变的信号时，仍能进行精确的相位检测。

下面，将说明按照本发明的相位检测设备的其他实施例。在以下的其他实施例的说明中，与第 1 实施例相同的参考编号代表相同的部件，而其详细的说明将省略。

在第 1 实施例中，比较器 26 的基准相位固定为 0°。在第 2 实施例中，基准相位是可变的，并按照输入采样的信号点的位置设定。这将使相角的检测能以比第 1 实施例中数目更少的相位旋转角度进行。第 2 实施例的结构配置与图 1 的第 1 实施例的框图相同，只是其正交检测电路 13 的输出采样数据还供给控制电路 29，而尽管省去了固定值存储电路 27 但由控制电路 29 将基准相位供给比较器 26。所以，附图省略了第 2 实施例的结构配置。注意到如图 5 所示，*sin*/*cos* 数据表 25 中的数据与第 1 实施例中的稍有不同。即与地址 1 至 7 一一对应地存储代表 $180°/2^{n}$（$n=1$ 至 7）旋转角度的 *sin* 数据和 *cos* 数据，即 90°、45°、22.5°、11.3°、5.6°、2.8°和 1.4 °七

个旋转角度。

图 6 是表示第 2 实施例操作的流程图，其中没有示出与图 3 相同的步骤。

第 2 实施例从图 3 中的步骤＃10 到步骤＃18 与第 1 实施例相同。在第 2 实施例中，在步骤＃18 之后执行步骤＃52 和＃54，并接着在步骤＃20 执行相位旋转处理。在步骤＃52 控制电路 29 确定输入采样点 A 所在的象限。这种确定操作用 I 和 Q 分量的组合很容易完成。如图 7 所示，在本实施例中，采样点 A 的 I 和 Q 分量两个都是负的，所以控制电路 29 可以确定采样点 A 处在第Ⅲ象限。在步骤＃54，控制电路 29 设定 $90°\times(j-1)$ 为比较器 26 的基准相位，其中 j 为象限值。在第Ⅲ象限的情况下，基准相角设定为 180°。

此后，象第 1 实施例一样，在步骤＃20，进行相位旋转处理，并在步骤＃22 分别用第 2 和第 1 锁存电路 22 和 21 锁存相位旋转前和相位旋转后的采样点。在步骤＃54，控制电路 29 确定参数 i 是否已到达 7。接下来的操作与第 1 实施例的操作相同。

下面，将参照图 7 更详细地说明第 2 实施例的操作。因数字复基带信号的采样点是在第Ⅲ象限的点 A，所以基准角度为 180°。先用相位旋转电路 24 沿顺时针方向将采样点 A 旋转 90°，移动到点 B。因信号点 B 的相位滞后于基准相位点(180°)(相位旋转过大)，所以控制电路 29 将数据"0"写入存储电路 28。

对信号点 A 在当前的相位旋转前进行第 2 次相位旋转处理。相位旋转电路 24 将信号点 A 的相位旋转 45°。该相位旋转后信号点为图 7 中的点 C。由于信号点 C 的相位超前于参考相位 180°，将数据"1"存入存储电路 28。

信号点 C 超前于参考相位点，于是对信号点 C 进行第三次相位旋转处理。将信号点 C 沿顺时针方向旋转 22.5°。假定相位旋转后的信号点 C 与基准点(180°)一致。在这种情况下将数据"1"存入存储电路 28。

然后，控制电路 29 从存储电路 28 读出数据"011"，并将等于读出数据代表的相位(67.5°)与基准相位(180°)之和的 247.5°作为相位检测数据供给一个电路(图中未画出)。

当操作完成时，控制电路 29 读出存储电路 28 所存储的数据"011"，并将等于读出数据代表的相位与基准相位之和的数据作为相位检测数据供给一个电路(图中未画出)。注意到"011"按十进制记数法为 3，并当 0 至 180°的相位用 3 位码表示时对应于 180°×3/8=67.5°。因此，控制电路 29 检测出采样点 A 的相位为 247.5°。

不仅达到了与第 1 实施例同样的效果，第 2 实施例还将相位旋转 3 次即可进行相位检测，比第 1 实施例中的 4 次少进行 1 次。其结果是检测时间比第 1 实施例要短。

图 8 为第 3 实施例的框图。在上述各实施例中，相位旋转的方向是固定的。因此，如果相位旋转过头，则再次旋转相位旋转前的信号点；如旋转得不够，则进一步旋转旋转过的信号点。因而，为保持旋转前和旋转后的信号点，必须用两个锁存电路。在第 3 实施例中，由于旋转方向是可选择的，所以不需用两个锁存电路。就是说，正交检测电路 13 的输出通过一个锁存电路 62 加到相位旋转电路 64。相位旋转电路 64 的输出反馈到该锁存电路 62。尽管比较器 26 的基准相位可以是固定的也可以是可变的，但在本实施例中与第 1 实施例一样，基准相位是固定的。因此，*sin/cos* 数据表 25 内的内容

与图 2 所示的相同。控制电路 29 按照比较器 26 的比较结果控制相位旋转电路 64 的旋转方向。

以下将参照图 9 说明第 3 实施例的操作。

当操作开始时，控制电路 29 按步骤 #70 所示进行初始化，亦即将表示旋转序数的参数 i 置 0。

当 *A/D* 转换器 18*I* 和 18*Q* 输出一个采样点的数字复基带信号时，在步骤 #72 中用锁存电路 62 锁存一个采样点的数据。

在步骤 #74，控制电路 29 将相位旋转方向设定为顺时针方向。

在步骤 #76，控制电路 29 将参数 i 增 1。

在步骤 #78，控制电路 29 将参数 i 作为一个地址供给 *sin/cos* 数据表 25，读出在该地址下存储的 *sin* 数据和 *cos* 数据，并将读出数据供给相位旋转电路 64。亦即控制电路 29 先指定地址 1 并读出与最大相位旋转角度即 180°对应的 *sin* 数据和 *cos* 数据。

假定相位旋转电路 64 的输入为 $I+jQ$，则旋转后的信号 $I'+jQ'$ 根据旋转方向由下式表示在顺时针方向的情况下：

$$I'=I\cdot\cos\theta-Q\cdot\sin\theta$$

$$Q'=Q\cdot\cos\theta+I\cdot\sin\theta$$

在逆时针方向的情况下：

$$I'=I\cdot\cos\theta+Q\cdot\sin\theta$$

$$Q'=Q\cdot\cos\theta-I\cdot\sin\theta$$

在步骤 #80，相位旋转电路 64 进行移相操作，通过此操作使保持在锁存电路 62 中的数字复基带信号的采样点顺时针旋转。

在步骤 #82，控制电路 29 累加旋转角度。

在步骤#84，控制电路29使锁存电路62锁存旋转后的采样点。

在步骤#86，控制电路29确定参数*i*是否已到达8。如步骤#86为***YES***，则因相位旋转电路64已经完成了*sin*/*cos*数据表25内存储的所有旋转角度的旋转处理，控制电路29终止操作。如步骤#86为***NO***，则在步骤#88由比较器26鉴定旋转后的信号点与具有在固定值存储电路27中存储的基准相位的一个基准点是否一致。如步骤#88为***YES***，则控制电路29结束操作。

如步骤#88为***NO***，则在步骤#90，控制电路29鉴定旋转后的信号点是否超前于基准相位点。如步骤#90为***YES***，则在步骤#92由控制电路29将旋转方向设定为顺时针方向，并使流程返回步骤#76，将参数*i*增1重复以上操作。就是说，将旋转后信号点进一步顺时针再旋转紧接前面的旋转角度的一半。如步骤#90为***NO***，则在步骤#94由控制电路29将旋转方向设定为逆时针方向，并使流程返回步骤#76，将参数*i*增1重复以上操作。就是说，将旋转后信号点进一步逆时针再旋转紧接前面的旋转角度的一半。应该注意到如旋转方向为逆时针方向，则是将带负号的旋转角度累加，即对旋转角度进行负的累加。

以下将参照图10说明本实施例的一个实际例子。假定数字复基带信号的采样点例如为图10中的点***A***。该采样点***A***先用相位旋转电路64沿顺时针方向旋转180°(步骤#80)，移动到点***B***。因此，将180°设定为累加角度的初始值。

比较器26将相位旋转后的信号点***B***与在固定值存储电路27中存储的相位为0°的基准点进行比较(步骤#86和步骤#88)。

因在第 1 次相位旋转后相位仍超前于基准相位，所以第 2 次相位旋转顺时针进行。因此，信号点 *B* 的相位沿顺时针方向旋转 90°。所得到的相位旋转后的信号点为点 *C*。这时，旋转角度的累加值为 270°。

该相位旋转后信号点 *C* 的相位滞后于基准相位点(相位旋转过大)。所以，在步骤 #94 将旋转方向设定为逆时针方向，并进行第 3 次相位旋转。将信号点 *C* 沿逆时针方向旋转 45°。结果得到的旋转角度累加值为 225°。

因相位旋转后的信号点 *D* 超前于基准相位点，所以进行第 4 次的顺时针相位旋转，信号点 *D* 顺时针方向旋转 22.5°成为信号点 *E*。旋转角度的累加值为 247.5°。

由于信号点 *E* 与基准相位点一致，所以控制电路 29 确定检测到采样点 *A* 的相位并终止操作。在终止操作后，控制电路 29 将旋转角度的累加值(在本例中为为 247.5°) 作为相位检测数据供给一个电路(图中未画出)。

如上所述，不仅达到了与第 1 实施例与第 2 实施例同样的效果，第 3 实施例还有如下效果。就是说，每次接着进行的相位旋转的方向按照旋转后的信号点是滞后还是超前于基准相位点确定。而且，是检测出直到旋转后的信号点与基准相位点一致为止的旋转角度累加值，作为采样点的相位。因此，与第 1 和第 2 实施例不同，不需要设置两个锁存电路及对其进行选择的选择器。这进一部减小了电路的配置。此外，由于选择两个锁存电路之一的处理也不需要了，所以可以在短的时间周期内执行处理操作。

本发明不限于上述的实施例，而可以按各种修改形式加以实

施。例如，在以上实施例中，相位旋转角度依次减小一半。但是，相位旋转角度不一定减小一半，而可以减小例如1/3。而且，旋转角度的实施值仅仅是举例，所以在表25中可设定小于1.4°的角度，以便进一步改善精度。虽然将顺时针方向用作相位旋转方向的基本方向，但在第1实施例中可以按逆时针方向进行。在这种情况下，选择器23必须根据信号点的相位是超前或是滞后于基准相位而在第1和第2锁存电路之中选择与在第1实施例中所选的一个电路相反的那个电路。此外，基准相位点在第3实施例中是固定的，但也可以象第2实施例中一样，根据采样点的位置来设定基准相位点。并且，将旋转后的信号点与该基准相位点进行比较，并当两个点不一致时，将旋转后的信号点再按减小的旋转角度进行旋转。但是，如两个点不一致，可以改变旋转角度将旋转前的信号点再旋转一次，而不使用锁存来保持旋转后的信号点。此外，相位检测设备的电路配置和控制方法也可以修改而不脱离本发明的要点。就是说，以上的实施例是通过将一个采用硬件电路组合的相位检测设备作为一个例子说明的。但是，这些实施例也可以这样来构成，即通过采用象数字信号处理器(*DSP*)之类的程序逻辑装置控制相位的旋转，以软件进行相位检测。采用*DSP*可以用相当短的处理程序和计算进行相位检测。因此，相位检测能够在相当短的时间周期内完成，而无需使用任何大规模的相位检测设备。

如以上详细说明过的，本发明的的相位检测设备包括以下装置：用于按预定角度旋转输入信号点的相位的相位旋转装置、用于向该相位旋转装置按降序提供多个旋转角度的旋转角度设定装置、用于鉴定被相位旋转装置旋转后的信号点与一个基准相位点是否

在预定误差范围内一致的相位比较装置、用于顺序地以多个旋转角度旋转输入信号点相位直到相位比较装置检测到一致为止、或即使相位比较装置未检测到一致而直到旋转角度设定装置将多个旋转角度全部供给了相位旋转装置为止的控制装置、以及用于根据相位旋转装置的相位旋转角度之和检测输入信号点相位的相位检测装置。

因此，按照本发明的相位检测设备可以进行相位检测而无需使用任何大容量的存储器，所以，与采用反正切 ***ROM*** 的情况相比，电路规模可以减小。因而有可能减小例如移动无线电通信设备的尺寸和重量。

而且，因相位的旋转是按降序的角度进行的，所以通过相当少的反复次数即可使输入信号的相位与基准相位一致。这样便避免了多次反复计算的必要，因而使相位检测在短时间内进行成为可行的。

此外，检测系统与输入信号的幅值无关。因此，即使在处理象利用 $\pi/4$ 相移 ***DQPSK*** 系统调制的接收信号之类的其幅值电平根据相位位置改变的信号时，仍能进行精确的相位检测。

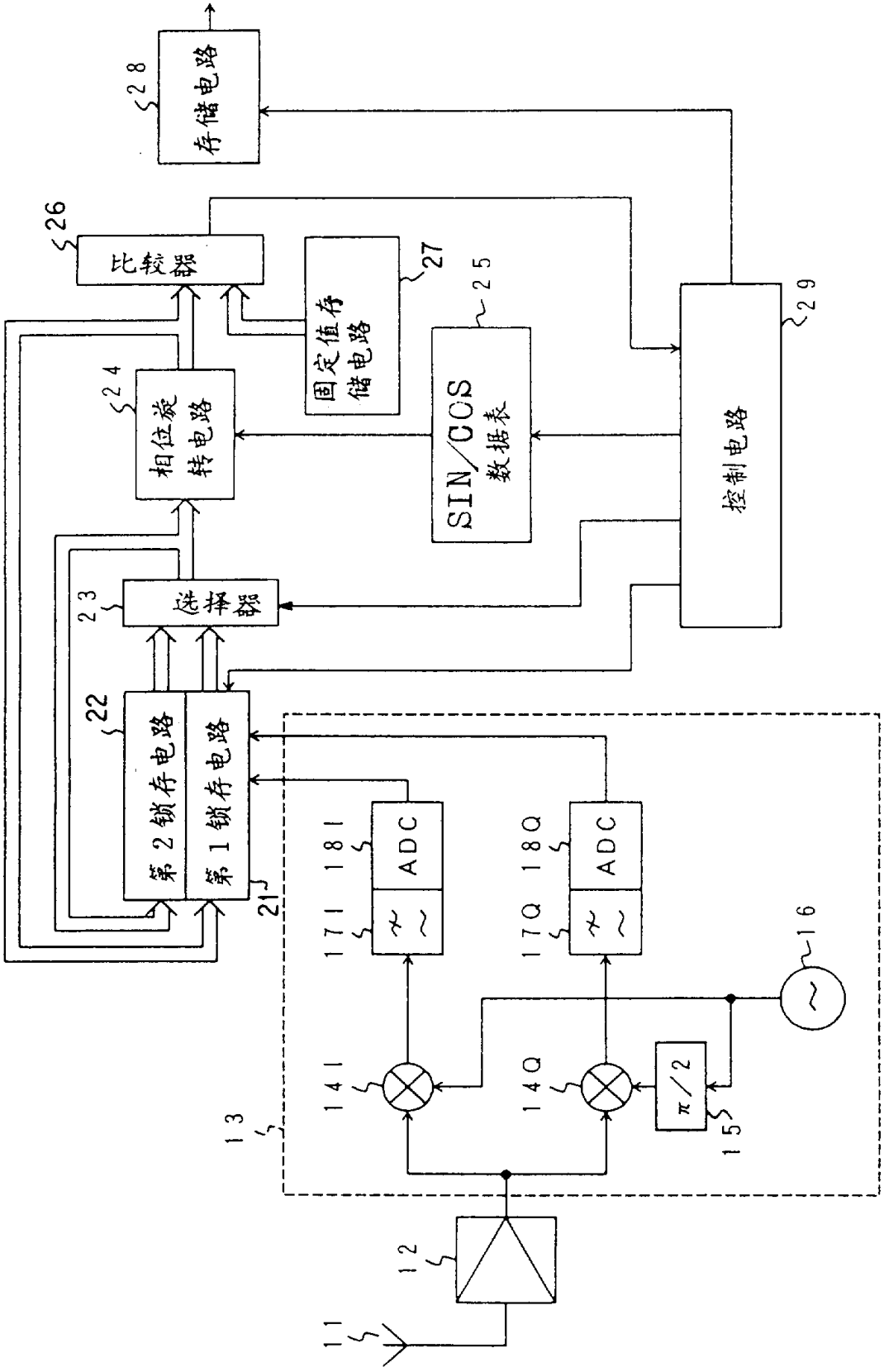

11
12
13
141
14Q
15
π/2
16
171
17Q
181
18Q
ADC
ADC
21
22
第2锁存电路
第1锁存电路
23
选择器
24
相位旋转电路
25
SIN/COS数据表
26
比较器
27
固定值存储电路
28
存储电路
29
控制电路

图 1

地址	SIN 数据	COS 数据	旋转角度(°)
1	0．0	－1．0	180
2	1．0	0．0	90
3	0．707	0．707	45
4	0．383	0．923	22．5
5	0．196	0．981	11．3
6	0．098	0．995	5．6
7	0．049	0．999	2．8
8	0．024	1．0	1．4

图 2

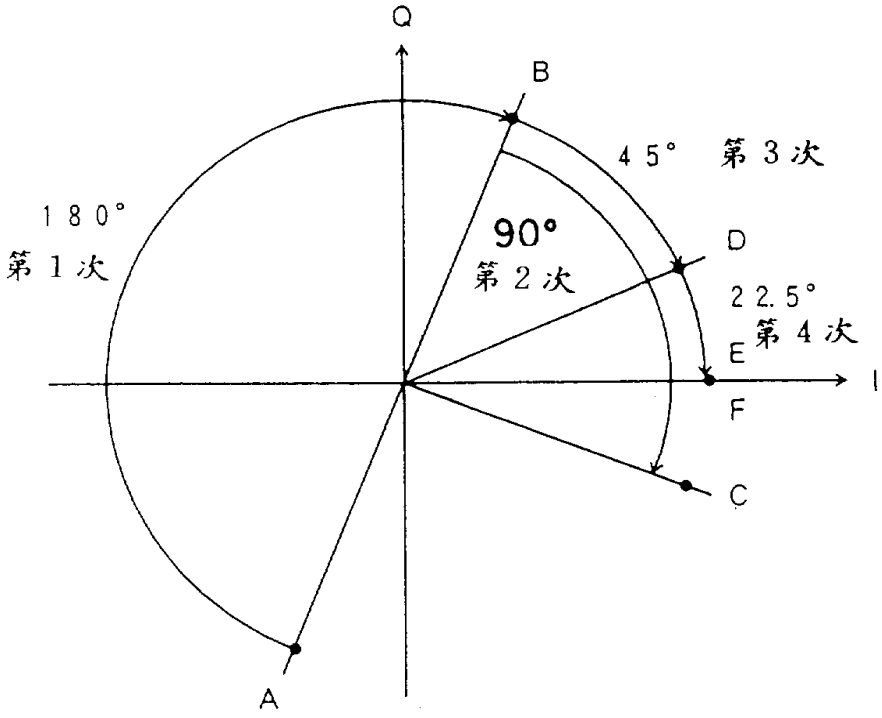


图 4

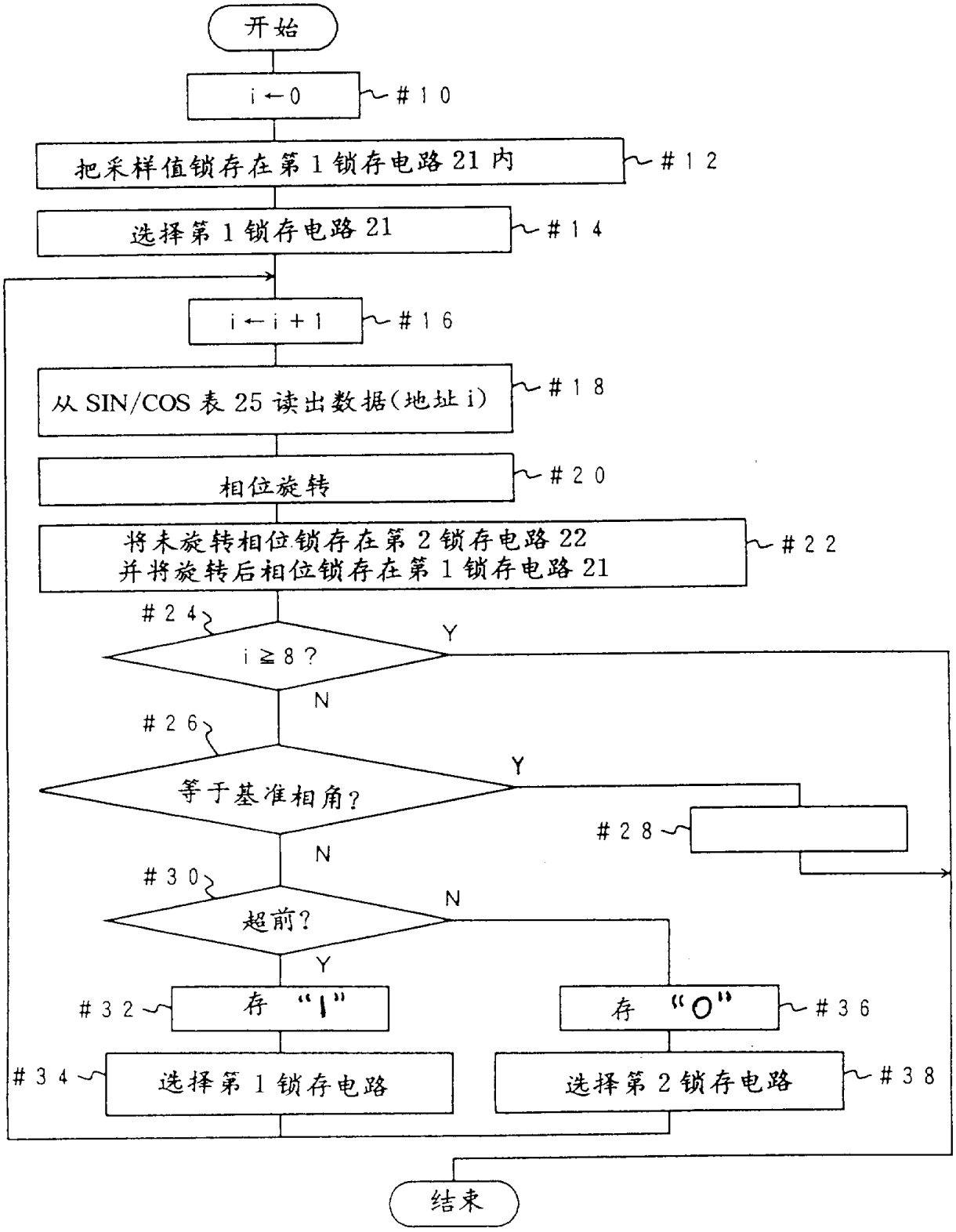

开始
i←0
#10
把采样值锁存在第1锁存电路21内
#12
选择第1锁存电路21
#14
i←i+1
#16
从SIN/COS表25读出数据(地址i)
#18
相位旋转
#20
将未旋转相位锁存在第2锁存电路22
并将旋转后相位锁存在第1锁存电路21
#22
#24
i≧8？
Y
N
#26
等于基准相角？
Y
#28
N
#30
超前？
N
Y
#32
存 "1"
#36
存 "0"
#34
选择第1锁存电路
选择第2锁存电路
#38
结束

图3

地址	SIN 数据	COS 数据	旋转角度
1	1．0	0．0	90
2	0．707	0．707	45
3	0．383	0．923	22．5
4	0．196	0．981	11．3
5	0．098	0．995	5．6
6	0．049	0．999	2．8
7	0．024	1．0	1．4

图 5

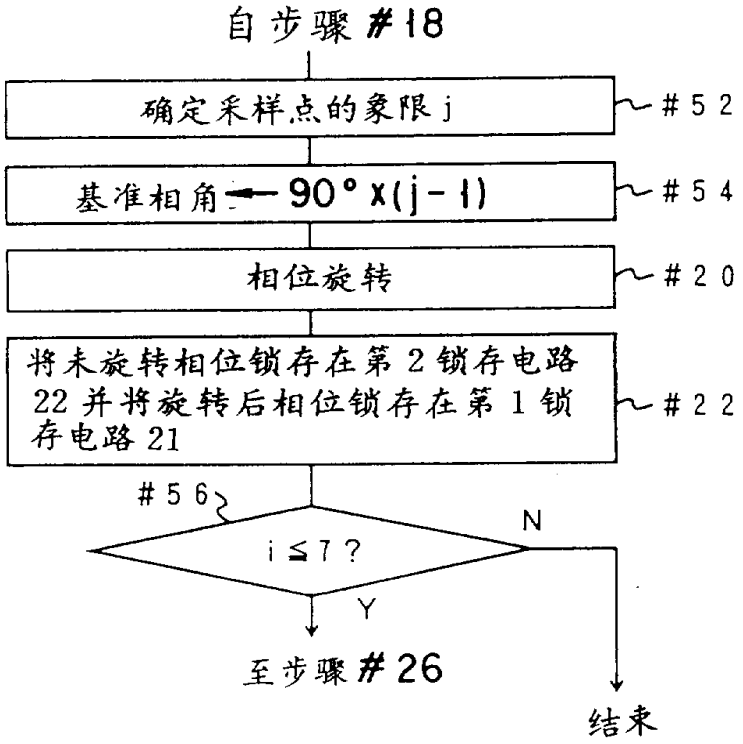


图 6

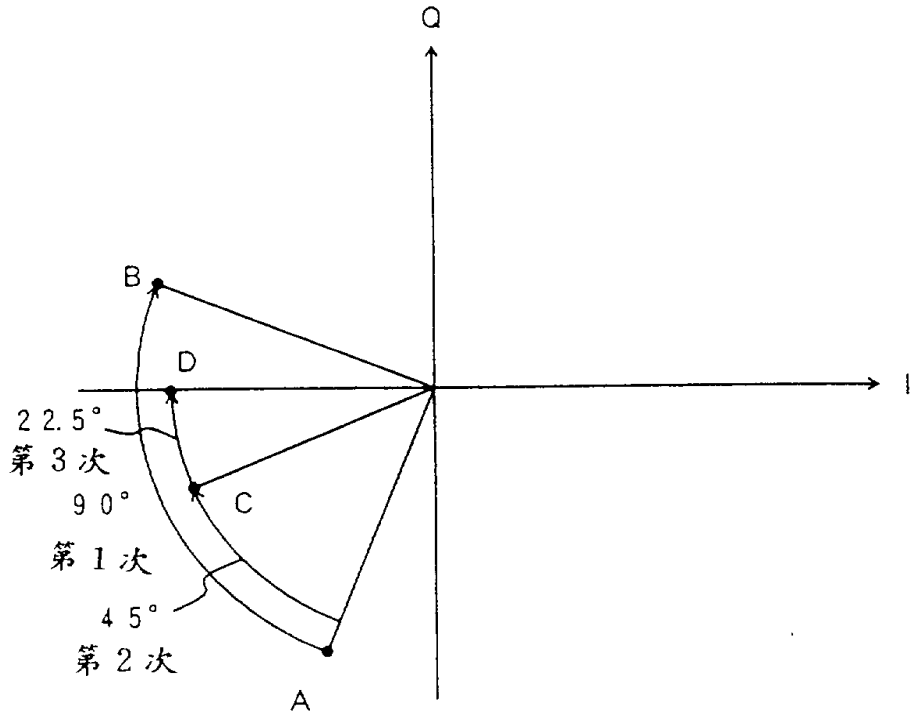

Q
I
B
D
22.5°
第3次
90°
C
第1次
45°
第2次
A

图 7

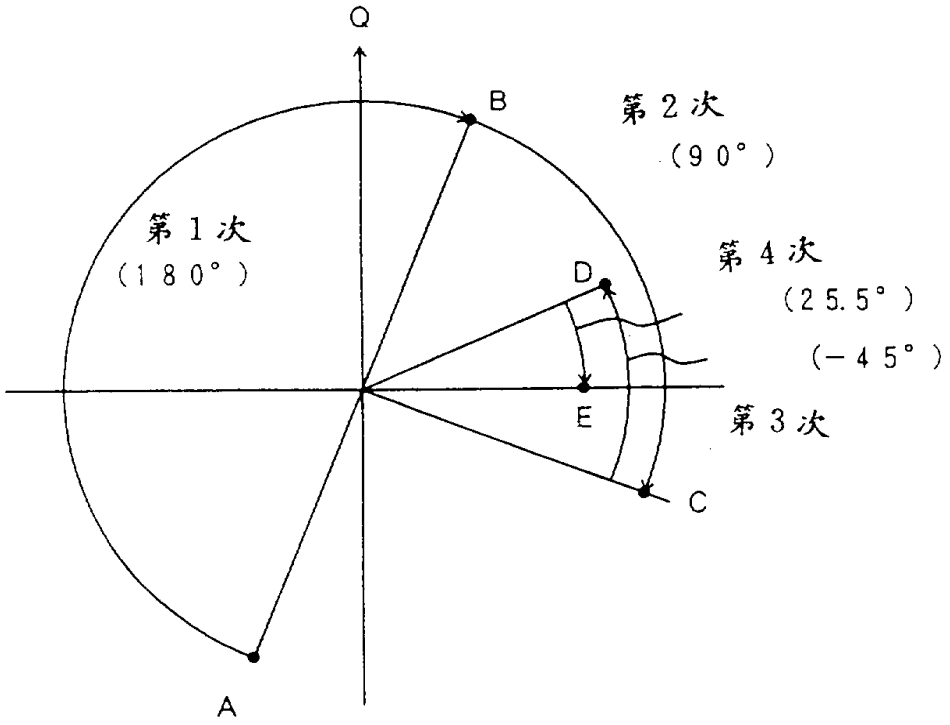

Q
B
第2次
(90°)
第1次
(180°)
第4次
(25.5°)
(−45°)
D
E
第3次
C
A

图 10

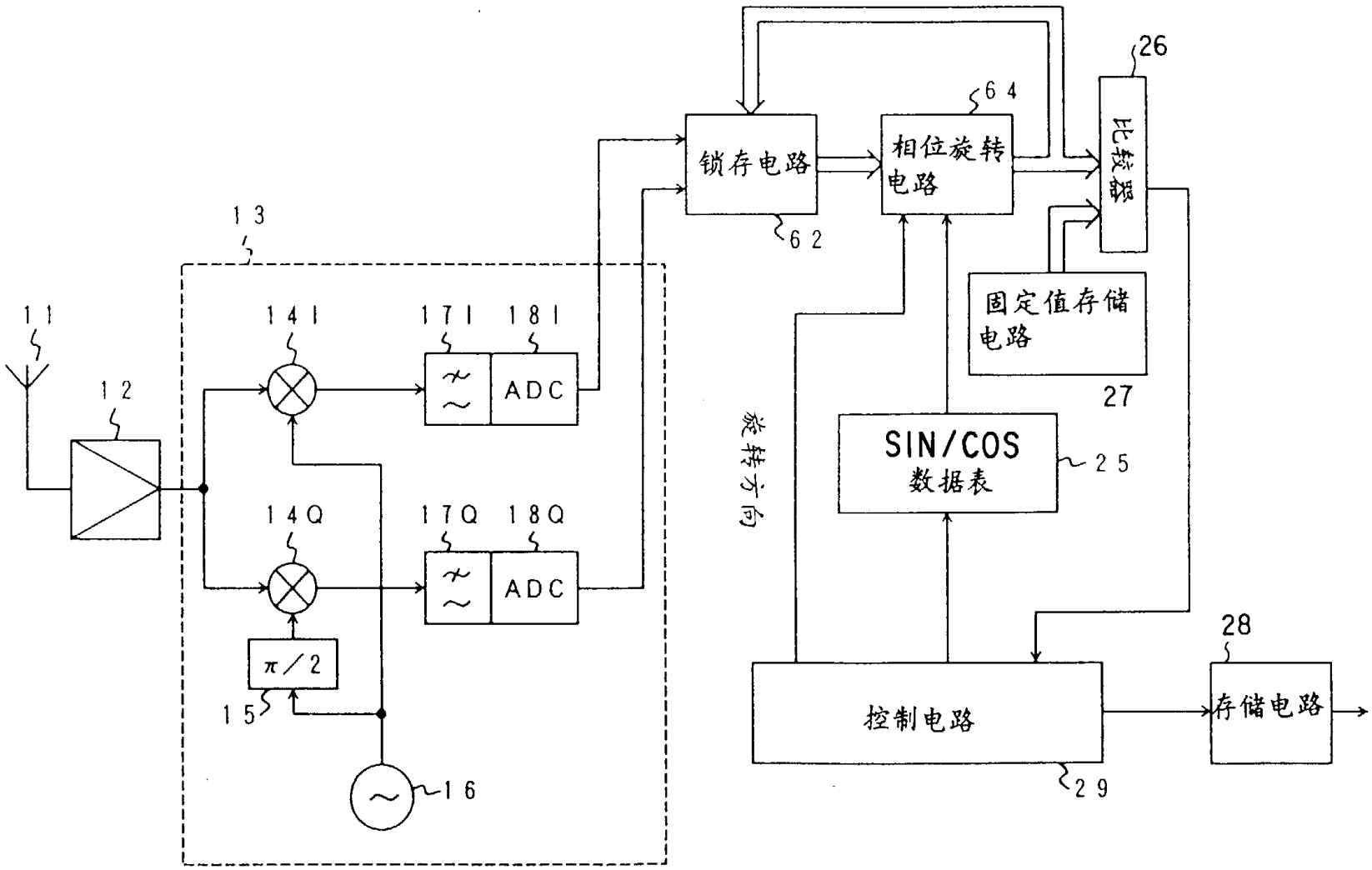

13
11
12
141
171
181
ADC
14Q
17Q
18Q
ADC
π／2
15
16
锁存电路
62
相位旋转电路
64
比较器
26
固定值存储电路
27
SIN/COS
数据表
25
旋转方向
控制电路
29
28
存储电路

图8

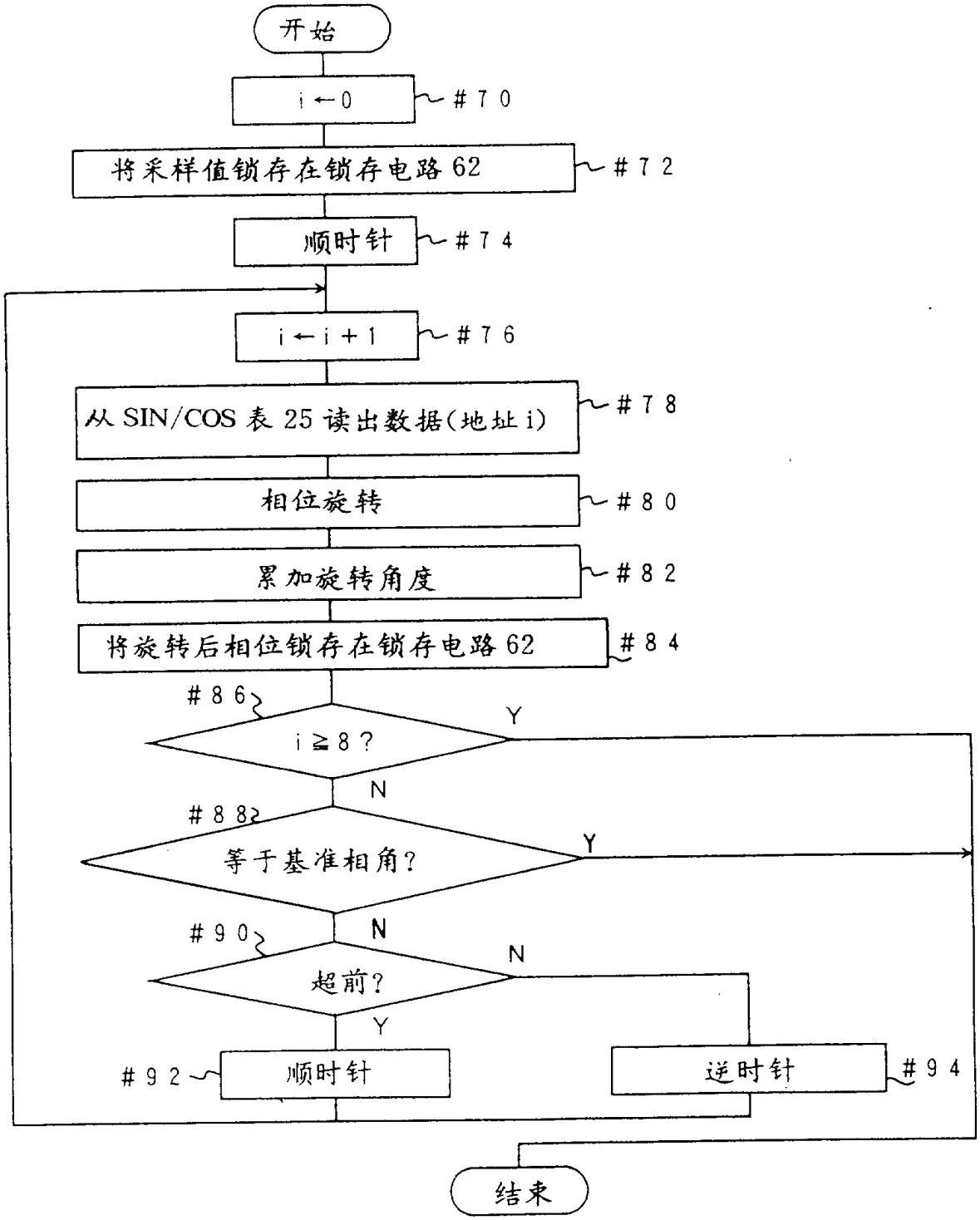

开始
i←0
#70
将采样值锁存在锁存电路62
#72
顺时针
#74
i←i+1
#76
从SIN/COS表25读出数据(地址i)
#78
相位旋转
#80
累加旋转角度
#82
将旋转后相位锁存在锁存电路62
#84
#86
i≧8？
Y
N
#88
等于基准相角？
Y
N
#90
超前？
N
Y
#92
顺时针
逆时针
#94
结束

图9