



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101308208 B

(45) 授权公告日 2012. 08. 15

(21) 申请号 200810127718. 1

审查员 刘玫

(22) 申请日 2008. 05. 16

(30) 优先权数据

0703562 2007. 05. 18 FR

(73) 专利权人 阿斯特里姆有限公司

地址 法国巴黎

(72) 发明人 R·莱恩 H·法温-莱弗奎

M·里普尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 张雪梅 魏军

(51) Int. Cl.

G01S 5/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5631838 A, 1997. 05. 20, 全文.

US 5430657 A, 1995. 07. 04, 全文.

US 6603426 B1, 2003. 08. 05, 全文.

CN 1789082 A, 2006. 06. 21, 全文.

US 2004/0193373 A1, 2004. 09. 30, 全文.

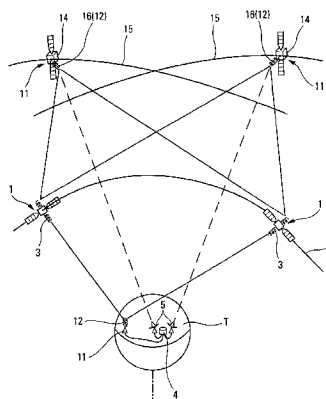
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

卫星定位方法和系统

(57) 摘要

本发明提供一种卫星定位方法和系统。根据本发明,每个导航卫星(1)借助于从参考信标(11)接收的单向链路,以自发方式验证其发送给用户的基本信息。



1. 一种定位地球 (T) 上的用户的方法, 所述方法利用位于中高度轨道 (2) 并由至少一个陆地控制中心 (4) 管理的多个导航卫星 (1), 每个所述导航卫星 (1) 发送各自的第一时间和位置信息, 其中:

- 由所述陆地控制中心 (4) 管理的多个参考信标 (11) 分布在空间中, 并且所述多个参考信标 (11) 中的每一个能够发送特定的第二时间和位置信息以及特定的无线电信号; 以及

- 在每个导航卫星 (1) 上:

- 由所述参考信标 (11) 中的至少一些检测所述发送的第二时间和位置信息;
- 根据所述第一和第二时间和位置信息计算第一值和第二值, 该第一值和第二值分别表示所述导航卫星 (1) 和每个所述参考信标 (11) 之间的距离和这些距离的变化率;
- 由所述参考信标 (11) 测量在所述发送的无线电信号中出现的多普勒频率的变化;
- 根据所述多普勒频率的变化计算第三值和第四值, 该第三值和第四值分别表示所述导航卫星 (1) 和每个所述参考信标 (11) 之间的距离和这些距离的变化率;
- 对于每个参考信标 (11), 比较所述第一值和所述第三值, 以及所述第二值和所述第四值;
- 产生表示所述比较的结果的信号; 以及
- 所述导航卫星 (1) 至少在所述比较显示异常的情况下, 向所述用户发送该比较结果信号。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中至少某些参考信标 (11) 放置在地球 (T) 上。

3. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中至少某些参考信标 (11) 放置在位于高轨道 (15) 的卫星 (14) 上。

4. 根据权利要求 3 所述的方法, 其中位于高轨道 (15) 的卫星 (14) 是与地球同步的。

5. 一种定位系统, 用于实施根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的定位地球 (T) 上的用户的方法, 包括位于中高度轨道 (2) 并由至少一个陆地控制中心 (4) 管理的多个导航卫星 (1), 每个所述导航卫星 (1) 包括原子钟 (8)、由所述陆地控制中心 (4) 发送的遥控指令的接收器-解码器 (7)、链接到所述钟 (8) 和所述接收器-解码器 (7) 的第一时间和位置信息的产生器 (9)、和向所述用户发送所述第一时间和位置信息的发送器 (10),

其中:

- 所述系统包括分布于空间中并由所述陆地控制中心 (4) 管理的多个参考信标 (11), 每个参考信标 (11) 能够发送第二时间和位置信息以及无线电信号; 以及

- 每个导航卫星 (1) 还包括:

- 用于接收由所述参考信标 (11) 中的至少一些发送的所述第二时间和位置信息的装置 (18), 所述接收装置 (18) 测量在所述参考信标 (11) 发送的所述无线电信号中出现的多普勒频率的变化;
- 用于解码由所述接收装置 (18) 接收的所述第二时间和位置信息的装置 (21);
- 计算装置 (19), 接收由所述解码装置 (21) 解码的所述第二时间和位置信息、所述多普勒频率的变化和由所述第一时间和位置信息的产生器 (9) 发送的所述第一时间和位置信息, 所述计算装置 (19):

* 一方面根据所述第一和第二时间和位置信息, 另一方面, 根据所述多普勒频率的变

化,计算所述第一值、第二值、第三值和第四值;

* 对于每个参考信标 (11),比较所述第一值和所述第三值,以及所述第二值和所述第四值;以及

* 将比较的结果寻址到所述产生器 (9),从而后者可以把它们结合到所述第一时间和位置信息中。

6. 根据权利要求 5 所述的定位系统,其中寻址到所述计算装置 (19) 的所述第一时间和位置信息在所述第一时间和位置信息的产生器 (9) 的输出处取样。

7. 根据权利要求 5 所述的定位系统,其中每个导航卫星 (1) 还包括辅助接收器-解码器 (24),用于接收和解码由所述发送器 (10) 发送的所述第一时间和位置信息,所述辅助接收器-解码器 (24) 将所述第一时间和位置信息寻址到所述计算装置 (19)。

8. 用于根据权利要求 5 所述的定位系统的导航卫星 (1),所述导航卫星 (1) 包括原子钟 (8)、由陆地控制中心 (4) 发送的遥控指令的接收器-解码器 (7)、链接到所述钟 (8) 和所述接收器-解码器 (7) 的第一时间和位置信息的产生器 (9)、和向所述用户发送所述第一时间和位置信息的发送器 (10),所述定位系统包括分布于空间中并由所述陆地控制中心 (4) 管理的多个参考信标 (11),每个参考信标 (11) 能够发送第二时间和位置信息以及无线电信号,

其中导航卫星还包括:

- 用于接收由所述参考信标 (11) 中的至少一些发送的所述第二时间和位置信息的装置 (18),所述接收装置 (18) 测量在所述参考信标 (11) 发送的所述无线电信号中出现的多普勒频率的变化;

- 用于解码由所述接收装置 (18) 接收的所述第二时间和位置信息的装置 (21);

- 计算装置 (19),接收由所述解码装置 (21) 解码的所述第二时间和位置信息、所述多普勒频率的变化和由所述第一时间和位置信息的产生器 (9) 发送的所述第一时间和位置信息,所述计算装置 (19):

• 一方面根据所述第一和第二时间和位置信息,另一方面,根据所述多普勒频率的变化,计算所述第一值、第二值、第三值和第四值;

• 对于每个参考信标 (11),比较所述第一值和所述第三值,以及所述第二值和所述第四值;以及

• 将比较的结果寻址到所述产生器 (9),从而后者可能把它们结合到所述第一时间和位置信息中。

9. 根据权利要求 8 所述的导航卫星 (1),其中寻址到所述计算装置 (19) 的所述第一时间和位置信息在所述第一时间和位置信息的产生器 (9) 的输出处取样。

10. 根据权利要求 8 所述的导航卫星 (1),其中它还包括辅助接收器-解码器 (24),用于接收和解码由所述发送器 (10) 发送的所述第一时间和位置信息,所述辅助接收器-解码器 (24) 将所述第一时间和位置信息寻址到所述计算装置 (19)。

卫星定位方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及卫星陆地定位 (satellite terrestrial positioning) 系统。

背景技术

[0002] 已知卫星定位系统包括放置在环绕地球的中高度轨道 (约 25000km) 上的导航卫星星座。现有技术中通常将这些导航卫星和它们的轨道分别称为“MEO 卫星”和“MEO 轨道”(中地球轨道, Medium Earth Orbit)。MEO 卫星均匀分布在几个轨道平面上, 从而在地球上的任意点, 用户可以看到几个 MEO 卫星, 也就是说和它们 (至少三个, 但是如果用户想确定他的高度就是四个) 处于直接连线, 并由此推导出他自己的陆地坐标。

[0003] 每个 MEO 卫星携带高稳定性和精确性的原子钟, 以及向陆地用户发布包括经过校正的时间 (相对于公共参照) 和卫星位置表 (ephemeride) 的消息的设备的电子部件。根据从几个 MEO 卫星接收的这些消息, 用户通过可见性确定他到不同卫星的距离, 并由此推导出他的陆地坐标位置。为了保证 MEO 卫星星座的正常工作, 陆地控制中心为每个 MEO 卫星执行轨道和星上时间的测量。该控制中心计算由每个 MEO 卫星在即将来临的时间上广播的 MEO 卫星的位置表和时间的校正。

[0004] 这些陆地定位系统的主要缺点是陆地用户定位的质量是基于每个 MEO 卫星广播的位置表和校正的时间的质量。这样, 在控制中心错误或者 MEO 卫星上的故障之后, 可能一个或者多个 MEO 卫星广播的实际位置、校正的时间和 / 或位置表发生错误, 由此引起卫星可见区域中所有用户的定位错误。错误最终会由监控 MEO 卫星的控制中心检测到并改正, 但是, 其间, 正将系统用于重要功能例如导航的某些用户可能处于非常不安全的状况。

[0005] 已经提出了几种解决方案, 用于改变 MEO 卫星的设计并使它们从属于外部的时间参照以提高 MEO 卫星发送的消息的可靠性。然而, 在所有这些解决方案中, MEO 卫星中的异常的检测是由地面监控站的网络保证的, 地面监控站向控制中心发送关于这些异常的信息提示, 并且这些异常的改正被委托给所述控制中心。另外, 为了有效, 这些解决方案使用通过并行的多个信道永久连接到所述控制中心的至少五十个监控站。这导致了很高的安装和使用成本。

[0006] 而且, 由陆地监控站网络检测异常引起在检索 MEO 卫星位置中精度的显著减弱。特别是, 对于一特定的 MEO 卫星, 所有的距离测量都是从陆地站执行的, 因为地球的直径相对于 MEO 轨道的直径来说很小, 因此这些陆地站全都位于缩小的立体角内。水平面中的精度由此受到限制, 相应地减少了异常的即时检测的可靠性。

[0007] 另外, 由这样的陆地监控站网络执行的所有测量受本地效应 (对流层的、电离层的、多径误差) 的扰乱, 因此导致使异常检测的可靠性降低的测量误差, 以及在已经固定了非常接近这些误差的容许门限的情况下产生误警报的风险。

[0008] 由陆地监控站网络执行的异常检测的另一个缺点, 源自于在 MEO 卫星中发生异常的时刻与用户最终被警告这个异常的时刻之间的等待时间。特别是, 检测 / 通知链包括站点的全球网络、将根据站点的所有测量检测异常的控制中心、向卫星广播警报消息的站点、

和在 MEO 卫星上重复该警报消息的系统。这个冗长而复杂的链导致异常发生与通知用户之间的等待时间,这种等待时间很难与最高的运行可靠性需求相容,例如那些航空领域的应用。

发明内容

[0009] 本发明的目的就是纠正这些缺点。

[0010] 为此,根据本发明,提供在地球上定位用户的方法,所述方法利用位于中高度轨道并且由至少一个陆地控制中心管理的多个导航卫星,每个所述导航卫星发送各自的第一时间和位置信息,特征在于:

[0011] - 由所述陆地控制中心管理的多个参考信标 (reference beacon) 分布在空间中,每个参考信标都能够发送特定的第二时间和位置信息,以及特定的无线电信号;以及

[0012] - 在每个导航卫星上:

[0013] • 所述发送的第二时间和位置信息由所述参考信标中的至少一些检测;

[0014] • 根据所述第一和第二时间和位置信息计算第一值和第二值,该第一值和第二值分别代表所述导航卫星和每个所述信标之间的距离、和这些距离的变化率;

[0015] • 在所述发送的无线电信号中出现的多普勒频率的变化由所述参考信标测量;

[0016] • 根据所述多普勒频率的变化计算第三值和第四值,该第三值和第四值分别表示所述导航卫星和每个所述信标之间的距离和这些距离的变化率;

[0017] • 对于每个参考信标,比较所述第一距离值和所述第三距离值,以及所述第二距离变化率值和所述第四距离变化率值;

[0018] • 产生表示所述比较的结果的信号;以及

[0019] • 所述导航卫星至少在所述比较显示异常的情况下,向所述用户发送该比较结果信号。

[0020] 因此,通过本发明,每个 MEO 导航卫星与所述发送信标处于单向通信,并可以以自发的方式在每个时刻验证其发送给用户的基本信息是正确的。如果验证被中断或者如果显示关于该基本信息的偏差,涉及的导航卫星在该基本信息中包括指示所述信息是可疑的(在验证链被中断或者检测到的偏差很明显但可接受的情况下)或者是错误的。因此用户可以立刻或者忽略来自该对应的导航卫星的信息,或者减小在位置计算中分配给该对应导航卫星的权重。

[0021] 所述参考信标可以,至少一部分,布置在地球上,或者优选,布置在高轨道(例如,约 40000km)中的卫星上。在后一种情况下,有利的是所述信标承载卫星是与地球同步的,从而由所述控制中心来看恒定保持。在高轨道不是与地球同步的情况下,提供几个站点,围绕地球分布并链接到所述控制中心。

[0022] 根据本发明,一种 MEO 卫星定位系统包括位于中高度轨道并且由至少一个陆地控制中心管理的多个导航卫星,每个所述导航卫星包括原子钟、由所述陆地控制中心发送的遥控指令的接收器-解码器、链接到所述时钟和所述接收器-解码器的第一时间和位置信息的产生器、和向所述用户发送所述第一信息的发送器,其特征为:

[0023] - 所述系统包括分布于空间中并且由所述陆地控制中心管理的多个参考信标,每个信标能够发送第二时间和位置信息,以及无线电信号;并且

[0024] - 每个导航卫星还包括：

[0025] • 用于接收由所述参考信标中的至少一些发送的所述第二信息的装置，所述接收装置测量由所述参考信标发送的所述无线电信号中出现的多普勒频率的变化；

[0026] • 用于解码由所述接收装置接收的所述第二信息的装置；

[0027] • 计算装置，接收由所述解码装置解码的所述第二信息、所述多普勒频率的变化和由所述产生器发送的所述第一信息，所述计算装置：

[0028] * 一方面根据所述第一和第二信息，另一方面根据所述多普勒频率的变化计算所述第一值、第二值、第三值和第四值；

[0029] * 对于每个参考信标，比较所述第一距离值和所述第三距离值，以及所述第二距离变化率值和所述第四距离变化率值；以及

[0030] * 将比较的结果寻址到 (address) 所述产生器，从而后者可以把它们结合到所述第一信息中。

[0031] 计算装置用来判断导航数据的质量和安全性判决逻辑可以如下：

[0032] - 如果所有数据都在预先确定的规定界限之内，那么计算装置把这个事实发信号给 MEO 卫星的导航帧产生器，该导航帧产生器在发送给用户的导航信息中结合一消息，信号通知 MEO 卫星定位数据是正确的，

[0033] - 如果与信标的链接不够（没有足够的可用信标或者不足的链路预算），那么数据是存在疑问的，并且计算装置把这个事实发信号给导航帧产生器（第一信息），该导航帧产生器在发送给用户的导航信息中结合一消息，信号通知 MEO 卫星定位数据的质量是未经证实的并因此是可疑的，

[0034] - 最后，如果从信标接收的多普勒信号和 / 或 MEO 卫星距这些信标的距离与 MEO 卫星导航数据不一致，那么计算机把这个事实发信号给导航帧产生器（第一信息），该导航帧产生器在发送给用户的导航信息中结合一警报消息，信号通知 MEO 卫星定位数据是错误的。

[0035] 寻址到所述计算装置的所述第一信息可以直接在所述第一信息产生器的输出处取样。然而，为了保证最终发送的信号的质量是好的，还可以在每个导航卫星中提供辅助接收器 - 解码器，用于接收和解码由所述发送器发送的所述第一信息，所述辅助接收器 - 解码器将所述第一信息寻址到所述计算装置。

[0036] 本发明还包括诸如如上所述的导航卫星。

附图说明

[0037] 附图将说明本发明可以实施的方式。在这些附图中，相同的附图标记指示相似的元件。

[0038] 图 1 是根据本发明的卫星定位系统概略和局部的视图。

[0039] 图 2 是根据本发明的导航卫星的电子设备的示意图。

具体实施方式

[0040] 示意性地和部分地显示于图 1 的卫星定位系统包括：

[0041] - 导航卫星 1，称为 MEO 卫星，沿着围绕地球 T 的中高度轨道 2 (MEO 轨道) 运行并

装备有天线系统 3 ;和

[0042] - 陆地控制中心 4,装备有天线系统 5。

[0043] 以已知的方式,在每个 MEO 卫星 1 上是设备 6 的电子部件(参见图 2),能够通过天线系统 3 的适当部分 3.1 接收由控制中心 4 发送的遥控指令,并通过天线系统 3 的适当部分 3.2 向位于地球 T 上的用户发送定位信号。以同样已知的方式,所述设备 6 的电子部件包括链接到天线部分 3.1 的遥控指令的接收器-解码器 7、原子钟 8、从接收器-解码器 7 和钟 8 接收信号的导航帧产生器 9,以及无线发送器 10,该无线发送器 10 从产生器 9 接收导航帧(经过校正的时间和卫星位置表)并通过天线部分 3.2 将它们寻址到用户。

[0044] 根据本发明,图 1 的卫星定位系统还包括参考信标 11,装备有用于发送无线载波的天线 12,该无线载波具有包括它们的位置(以三维坐标或者以卫星位置表的形式)的消息和时间参考信号,并且以一脉冲重复频率重复,该脉冲重复频率大于卫星 1 向地球 T 发送的信号的发送周期。

[0045] 参考信标 11 或者布置在地球 T 上,或者布置在沿高轨道 15 运行的卫星 14 上。在后一种情况下,参考信标 11 的天线 12 构成卫星 14 的天线系统 16 的一部分。

[0046] 参考信标 11 通过天线 12 发送的信号,由陆地控制中心 4 管理和同步。

[0047] 根据本发明,来自参考信标 11 的信号由卫星 1 用来验证它们自己发送给陆地用户的信号。

[0048] 为此,如图 2 所示,装配在每个卫星 1 上的设备 6 的电子部件附加了设备 17 的补充电子部件,该补充电子部件通过所述卫星 1 的天线系统 3 的适当部分 3.3 从信标 11 接收信号。

[0049] 设备 17 的电子部件包括接收器 18,通过所述天线部分 3.3 从信标 11 接收所述信号。接收器 18 测量不同参考信标 11 发送的射频的多普勒信号,并通过链路 20 将这些多普勒信号寻址到一致性计算机 19(consistency computer)。而且,接收器 18 将从参考信标 11 接收的数据寻址到解码器 21。所述解码器 21 提取从所述参考信标 11 接收的位置和时间信息,并将其寻址到所述一致性计算机 19。

[0050] 另外,通过链路 22,一致性计算机 19 接收由设备 6 的电子部件中的产生器 9 产生的导航帧。从而,一致性计算机 19:

[0051] - 通过一方面考虑由解码器 21 传送的参考信标 11 的解码的位置和时间信息,另一方面考虑源自所述导航帧产生器 9 的经过校正的星上时间和卫星位置表,为装载它的卫星 1 计算距不同参考信标 11 的距离,以及这些距离的变化率;

[0052] - 验证这些计算的距离和距离变化率是与接收器 18 测量的多普勒信号一致的;以及

[0053] - 将该一致性验证的结果通过链路 23 发送给导航帧产生器 9。

[0054] 在图 2 中还示出了导航帧的接收器-解码器 24,具有形成天线系统 3 的一部分的接收天线 3.4。接收器-解码器 24 能够拾取无线发送器 10 通过它的天线 3.2 发送的导航帧,并将它们发送给一致性计算机 19。因此,接收器-解码器 24 能够代替和/或补充链路 22。

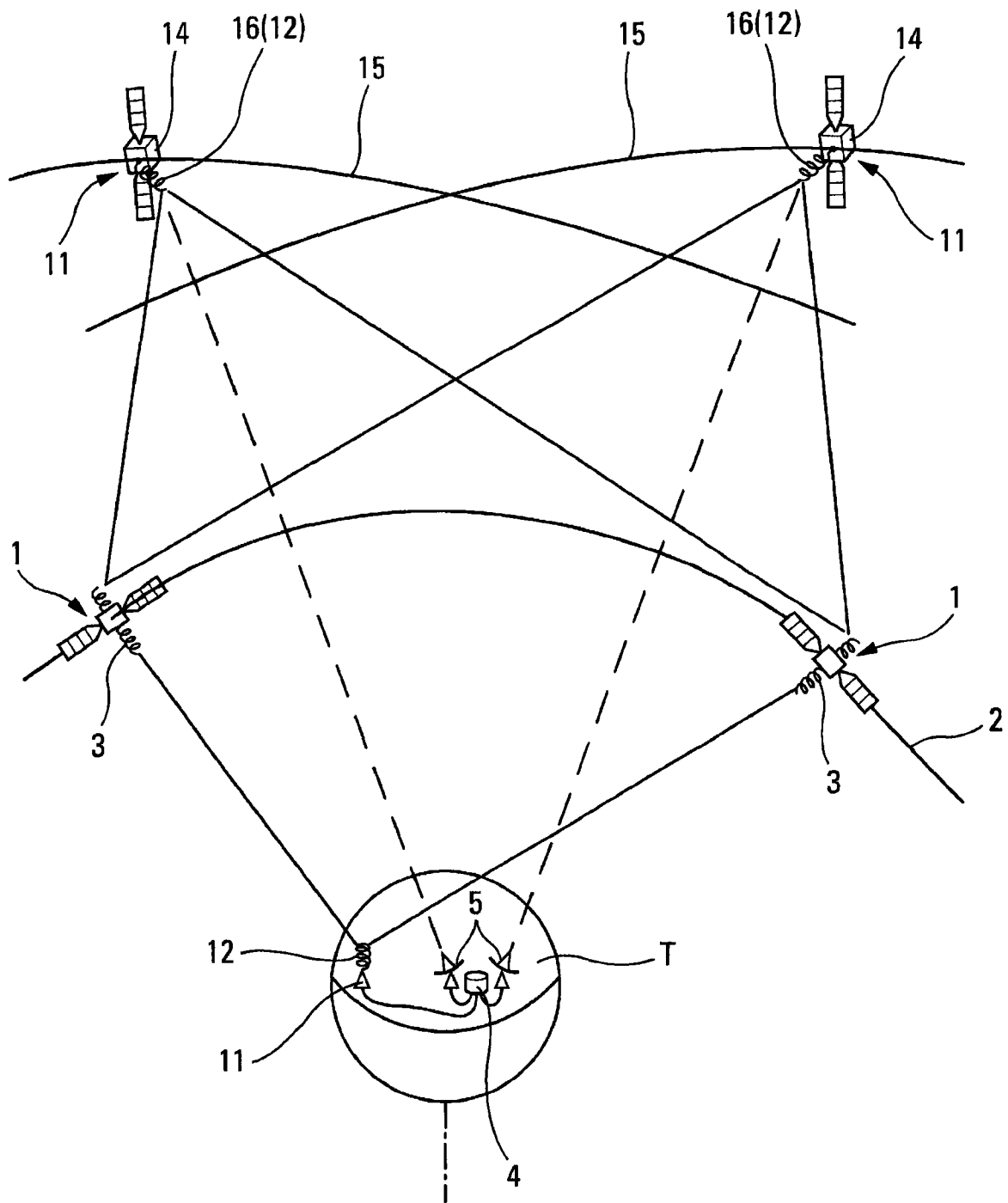


图 1

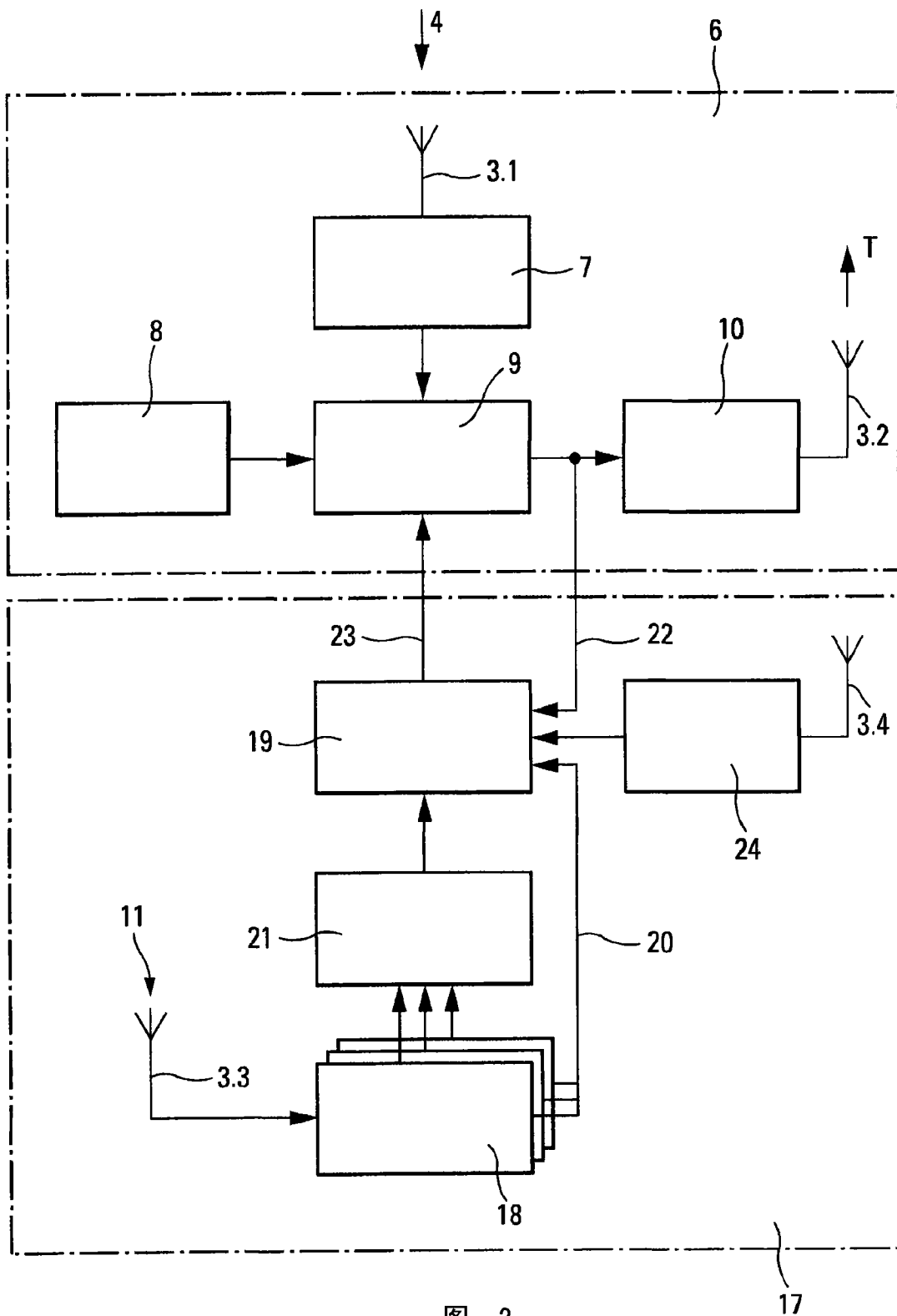


图 2