

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01S 7/41 (2006.01)
G01S 13/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480044521.1

[45] 授权公告日 2010年3月17日

[11] 授权公告号 CN 100594391C

[22] 申请日 2004.11.30

[21] 申请号 200480044521.1

[86] 国际申请 PCT/SE2004/001763 2004.11.30

[87] 国际公布 WO2006/059926 英 2006.6.8

[85] 进入国家阶段日期 2007.5.30

[73] 专利权人 LM 爱立信电话有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

[72] 发明人 孔拉多·里瓦斯 帕特里克·里瓦斯
安德斯·赫克

[56] 参考文献

US5448243A 1995.9.5

From a Different Perspective: Principles, Practice and Potential of Bistatic Radar. Griffiths, H. D. 2003 Proceedings of the International Conference on Radar. 2003

审查员 喻新

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 李辉 吕俊刚

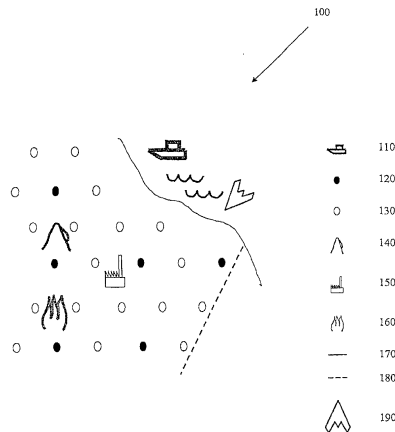
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

[54] 发明名称

多用途雷达监视系统

[57] 摘要

本发明提供了一种多用途雷达监视系统。公开的用于探测诸如森林火灾之类的低 RCS 对象(110、140、150、160、190)的雷达系统(100)包括:用于发射雷达能量的多个发射站(120),所述发射站具有机械固定的天线(220);和用于对从所述发射站发射的雷达能量的反射进行接收的多个接收站(130),所述接收站具有机械固定的天线(220)。所述发射站的天线(220)和所述接收站的天线(220)具有基本平行于地的主波束(221),而且所述多个接收站的至少一个子集配置有用于记录第一和第二接收信号的装置,以及用于从所述第一和第二接收信号中的一个中减去所述第一和第二接收信号中的另一个的装置。所述发射站和所述接收站被设置成在 10 至 100MHz 的频率范围内工作。



1、一种用于探测低雷达反射截面积对象(110、140、150、160、190)的雷达系统(100)，所述系统包括：

用于发射雷达能量的多个发射站(120)，所述发射站具有机械固定的天线(220)；

用于对从所述发射站发射的雷达能量的反射进行接收的多个接收站(130)，所述接收站具有机械固定的天线(220)，

所述发射站的天线(220)和所述接收站的天线(220)具有基本平行于地的主波束(221)，

在该系统中，所述多个接收站的至少一子集配备有用于记录第一和第二接收信号的处理装置，以及用于从所述第一和第二接收信号之一中减去所述第一和第二接收信号中的另一个的装置，并且所述发射站和所述接收站被设置成在10至800 MHz的频率范围内工作，

其特征在于，

所述发射站(120)的天线(220)和所述接收站(130)的天线(220)是以下类型的天线中的一种：

中心馈电的偶极天线，

一端馈电的单极天线，而且

多个接收站的所述子集配备有用于记录多个接收信号的处理装置，并配置有用于提取一个信号和所述信号的前一个信号之间的差值的处理装置，还配置有用于对所述差值进行积分的装置。

2、一种用于探测低雷达反射截面积对象(110、140、150、160、190)的雷达系统(100)，所述系统包括：

用于发射雷达能量的多个发射站(120)，所述发射站具有机械固定的天线(220)；

用于对从所述发射站发射的雷达能量的反射进行接收的多个接收站(130)，所述接收站具有机械固定的天线(220)，

所述发射站的天线(220)和所述接收站的天线(220)具有基本平

行于地的主波束（221），

在该系统中，所述多个接收站的至少一子集配备有用于记录第一和第二接收信号的处理装置，以及用于从所述第一和第二接收信号的一个中减去所述第一和第二接收信号中的另一个的装置，并且所述发射站和所述接收站被设置成在 10 至 800 MHz 的频率范围内工作，

其特征在于，

所述发射站的天线和所述接收站的天线中的至少一个为阵列天线，而且，接收站的所述子集配备有用于记录多个接收信号的处理装置，并配置有用于提取一个信号和所述信号的前一个信号之间的差值的处理装置，还配置有用于对所述差值进行积分的装置。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的雷达系统（100），其中，所述发射站（120）和所述接收站（130）被设置成在 10 至 100 MHz 的范围内工作。

4、根据权利要求 1 或 2 所述的雷达系统（100），其中，所述低雷达反射截面积对象为森林火灾。

多用途雷达监视系统

技术领域

本发明涉及一种用于探测诸如森林火灾之类的低雷达反射截面积对象的雷达系统，该系统包括用于发射雷达能量的多个发射站，所述多个发射站具有机械固定的天线。该系统还包括用于对从所述发射站发射的雷达能量的反射进行接收的多个接收站，所述多个接收站具有机械固定的天线。在本发明的系统中，所述发射站和接收站的天线具有与大地基本平行的主波束。

背景技术

目前用于探测森林火灾的方法相对昂贵且复杂。探测森林火灾的“人工”方法是通过小飞行器的飞行进行的，这比较昂贵。US 5,959,589 中公开了一种用于探测森林火灾的公知的自动系统。这种系统看起来存在一些缺点，即，该系统由于包括运动部件和各种传感器而相对复杂。

发明内容

因此需要一种较之当前公知系统更廉价且更有效的自动火灾探测系统。使成本降低的一种方式提供可用于多种用途的系统，即，不仅用于探测火灾，而且还用于探测消防人员之外的用户希望探测的其它可观察性低的对象。在这种系统中，成本由系统的各个使用者分担。

这些使用者的实例为希望探测到诸如隐形飞行器之类的可观察性低的对象的军方用户，或者其它民用用户，例如可能期望探测到例如雪崩遇难者或在偏远地区迷路的人的救援人员。

本发明通过提供用于探测诸如森林火灾之类的低 RCS（雷达反射截面积）对象的雷达系统而提供这样的系统，该系统包括：用于发射雷达能量的多个发射站，所述发射站具有机械固定的天线；以及用于对从所

述发射站发射的雷达能量的反射进行接收的多个接收站，所述接收站具有机械固定的天线。

所述多个发射站和多个接收站的天线具有与大地基本平行的主波束，而且所述多个接收站的至少一子集配备有用于记录第一和第二接收信号的处理装置，以及用于从所述第一和第二接收信号中的一个中减去所述第一和第二接收信号中另一个的处理装置。而且，所述发射站和所述接收站被设置为在 10-800 MHz 的频率范围内、优选在 10-100 MHz 的频率范围内工作。

应指出的是，上述处理装置中的一个或两个可与所述多个接收站共置 (co-relate)，或放置在远离所述多个接收站的位置处。

通过本发明的系统，可通过多个独立的站来探测可观察性低的对象，这些站简单因而不昂贵，并且需要较少的维护，部署上也不昂贵。

附图说明

在以下说明中将参照附图详细描述本发明，附图中图 1 示出了根据本发明的系统的总体情况，图 2 示出了本发明的系统中使用的天线，而图 3 示出了本发明的系统所记录的一系列信号。

具体实施方式

图 1 示意性示出了本发明的系统 100。该图包括系统要探测的对象，例如水面船舶 110、雪崩 140、诸如电厂的敏感对象 150、森林火灾 160 以及飞行器 170 (在本例中为低雷达反射截面积 (RCS) 的飞行器)。因为本发明的系统具有探测低 RCS 对象的能力，所以该系统也自然地具有探测较大 RCS 对象的能力。

附图中还示出了系统部件的示例，其中附图标记如下：发射站 120 和接收站 130，所述站分别用于发射和接收电磁能。

图 1 所示的实线表示海岸线，而图 1 中的虚线表示两个地区、国家等之间的边界。

这样，图 1 示出了可能需要被探测的低 RCS 对象的示例，例如“隐形”飞行器 170、森林火灾 160、雪崩 140（为了能够发出警示或启动对受害人的援救）等等。可能需要利用本发明来加以定位的其它对象的示例为在偏远地区迷路的人，或上述雪崩的遇难者。本发明的系统还可用作针对诸如电厂 150 的敏感装备的监视系统。

为了覆盖大的区域，本发明的系统需要在这种大区域内传播电磁能量。毫无疑问，这应以尽可能简单而廉价的方式进行。图 1 示出了如何通过本发明来实现这一点：在需要通过本系统加以覆盖的区域内，部署多个用于发射电磁能量、雷达能量的发射站 120。

如图 1 所示，该系统还包括多个接收站 130，这些接收站没有必要与发射站 120 共置。此外，发射站的数量无需与接收站的数量相同。优选的是，发射站 120 的数量多于接收站 130 的数量。

接收站 130 用来接收从发射站 120 发射、然后从系统 100 所覆盖的区域内对象反射来的能量。接收站 130 直接从发射站接收的、没有任何中间反射的能量可作为随后的信号处理中的基准信号。

因为系统 100 包括数量可能相当大的发射站和接收站，所以降低这些站的成本非常重要。根据本发明，降低成本的一种方式是为发射站和接收站配备简单的机械固定天线，这与利用转盘上的运动天线的大多数已知雷达站不同。

可利用发射站中的一个、若干个或全部来同时进行发射。类似地，在任一时刻都可利用更多或更少的任意数量的发射站。可用来进行发射的一种方法为在先公知的“时分复用”法，即，每个站都被分配了其可进行发射的时隙，这些站在同一频率或多个不同的频率下进行发射。

可提及的另一种发射方法为“码分复用”法，即，多个不同站同时同一频率下进行发射，不过是利用编码信号进行的，所述编码信号使得接收站可以在接收信号之间加以区分。

用于实现在各个发射站所发射的信号之间进行分离的另一方法为频分复用，即，每个发射站都被分配了其各自的发射频率。所有这些方法均可单独使用，或者与任何其它方法组合使用。

图 2 示出了一种在先使用的天线 210 的示例。如图所示，公知的天线具有相对于地平面的高位波束 211。这是由于高位波束对地面反射的抑制程度高于对例如来自飞行器的反射的抑制程度。

图 2 还示出了本发明的系统 100 的发射站 120 和接收站 130 的天线的实施例的示例：如上所述，发射站 120 和接收站 130 的天线都适宜但不必须为静止类型。所述天线可为偶极天线或单极天线。而且，在本发明的范围内也可采用阵列天线。阵列天线的一种可能优点为其在方位角象限内发射/接收，这一点有助于任何随后的信号处理。

图 2 示出了本发明的发射站和接收站天线 220 的天线波束 221。如图所示的那样，这些波束 211 没有升高，而是地面照射 (terrain-illuminating) 的。地面照射波束的定义可以是，从天线的相位中心发出的通过天线主波束最大位置的线基本平行于天线附近的地平面。

本发明的系统的发射站和接收站的天线的这一特征的有利副作用是，与具有高位波束的天线相比，具有地面照射波束的天线在制造上非常容易且廉价。这样，通过所提出的天线 220 降低了系统的成本。

然而，作为一种可选方式，不应排除采用所谓“波束倾斜”的天线。这可通过电或机械来实现。

该系统的天线 220 的另一有利方面是它们可实现为简单的偶极天线，在天线的一端有馈电连接。

尽管天线 220 的波束 221 基本是照射地面的，但应指出的是，大多数飞行器仍然会被这些天线的波束照到，从而可被系统 100 探测到。

然而，使用地面照射天线就明显意味着不仅从需要保护的那些对象接收到回波，而且还从系统 100 的发送和/或发射站附近地域内的大量对象接收到回波。因此，就必须找到处理这些不需要的回波的解决方案。

直到现在，描述都主要集中在系统的发射站 120 和接收站 130 的天线 220 上。然而，本发明的系统 100 还包括发射站和（主要是）接收站内的或与之连接的用于以理想方式处理所接收的回波的装置。

所述处理装置可布置在若干接收站处，或者可选的是，接收站 130 可仅将所接收的信号转发到连接在所述接收站上的中央处理站。这也可

以有变化或组合，即，一些或所有的接收站能包括一些处理装置，于是中央处理站将会接收到“半处理”数据。所有这些组合均在本发明的范围内。

本发明的处理装置按照以下原理进行工作：将目标没有出现时或者目标出现并通过其它装置已知时的雷达回波记录在处理装置中作为“背景定义”。随后，在需要探测目标时，从此时所接收的雷达回波中减去该“背景定义”。这样就抑制了地面回波，而且将清楚地呈现低可观察性对象的雷达“回波”。

作为减去背景的方法的变型例，也可通过以下方法来消除不稳定的背景回波：可以将接收站（多个接收站）中的处理装置配备成记录一系列背景响应。然后，相互间减去逐个响应，这样就可对剩余的差值阵列应用各种已知的积分技术，从而抑制需要阻断的背景回波。

图3示出了减去背景的示意性方式：在第一时间点 T_1 开始以时间间隔为 ΔT_1 接收多个雷达回波 x_1 至 x_{11} 。在 T_1 时刻，而且在接收到回波的时间段内，已知在系统100覆盖的区域内没有森林火灾等。

在随后的时刻 T_2 ，在需要探测例如火灾等的上述对象时，记录第二系列的雷达回波 x_{21} 至 x_{31} ，该第二系列种的回波在时间上以间隔 ΔT_2 隔开，时间间隔 ΔT_1 和 ΔT_2 不必相同。

然后，按照以下方式从第二系列的回波中减去第一系列的回波： $x_{21}-x_1$ 、 $x_{22}-x_2$ 、……、 $x_{31}-x_{11}$ ，这样回波的差值有可能表示存在需要探测的对象。可设置一阈值，如果这一差值的大小超过该阈值则表明存在对象。

在本发明的信号处理装置中还可采用不同于以上方法的其它信号处理方法。这样的信号处理方法可以包括诸如多普勒处理、时变衰减器、具有大动态范围的接收器或自适应滤波器之类技术中的一项或多项。

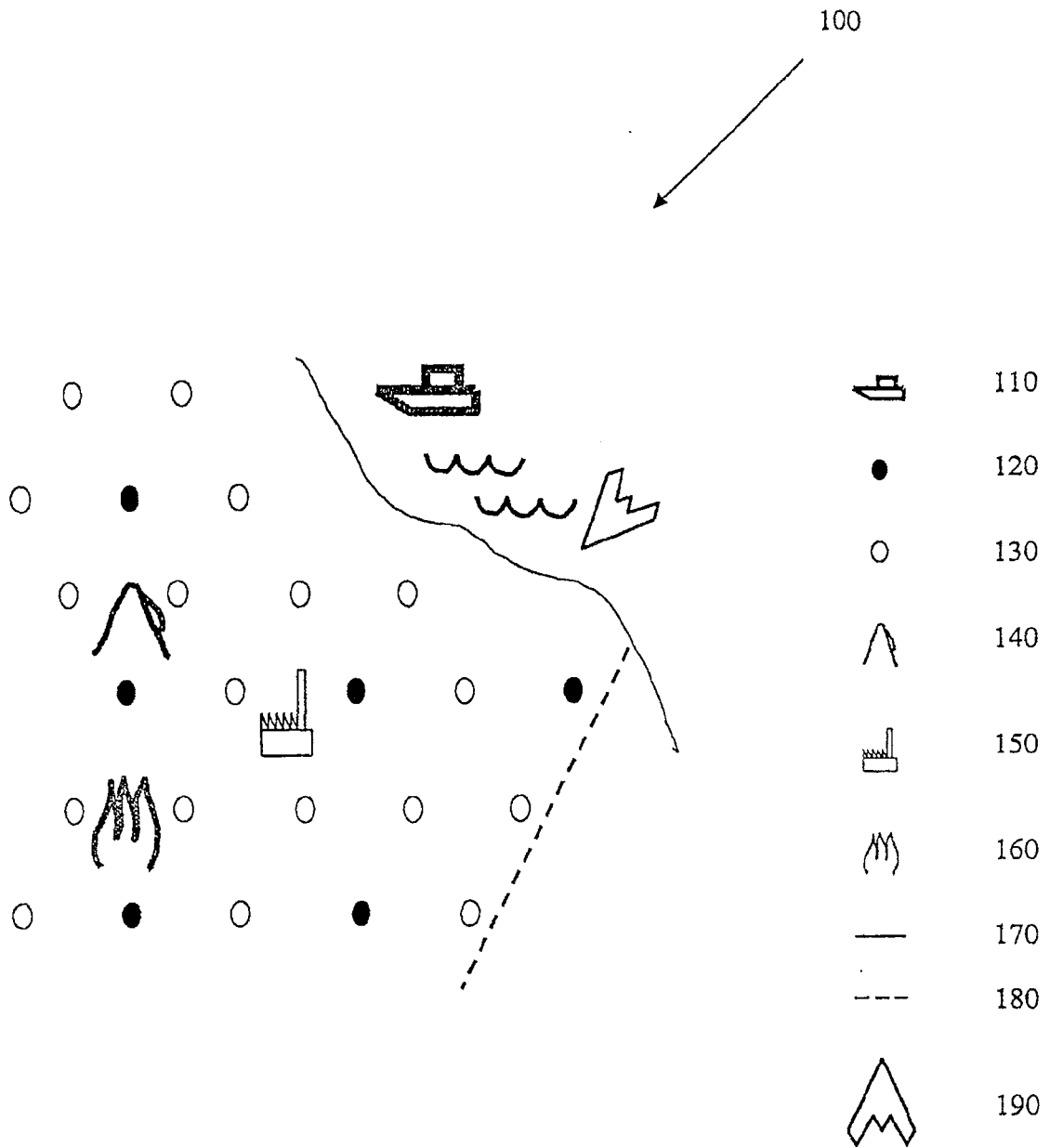


图 1

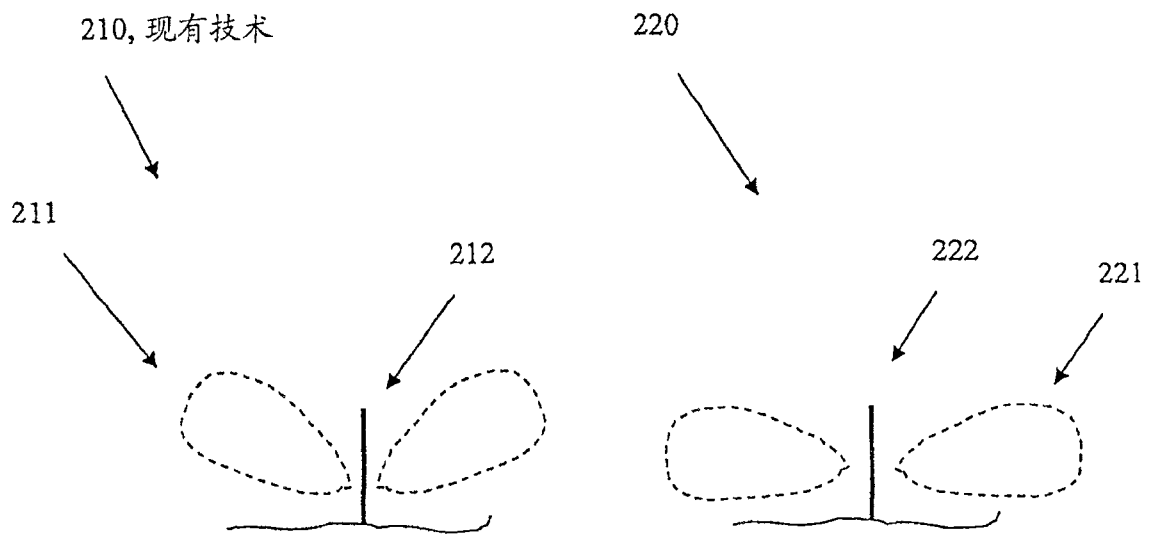


图 2

$T=T_1$ x_1
 $\updownarrow \Delta t_1$
 x_2 x_3 x_4 x_5 x_6 x_7 x_8 x_9 x_{10} x_{11} $T=T_2$ x_{21}
 $\updownarrow \Delta t_2$
 x_{22} x_{23} x_{24} x_{25} x_{26} x_{27} x_{28} x_{29} x_{30} x_{31}

图 3