



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03810706.6

[43] 公开日 2006年3月29日

[11] 公开号 CN 1754319A

[22] 申请日 2003.9.5 [21] 申请号 03810706.6

[30] 优先权

[32] 2002.9.11 [33] US [31] 10/241,889

[86] 国际申请 PCT/US2003/028085 2003.9.5

[87] 国际公布 WO2004/025853 英 2004.3.25

[85] 进入国家阶段日期 2004.11.11

[71] 申请人 英特尔公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 杰弗里·弗尔斯特 明妮·霍

V·斯里尼瓦萨·索马雅祖鲁

基思·廷斯利

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限

责任公司

代理人 王怡

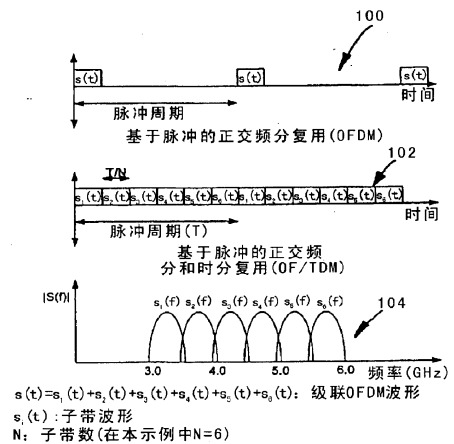
权利要求书 4 页 说明书 7 页 附图 8 页

[54] 发明名称

子带化超宽带通信系统

[57] 摘要

本发明的子带化超宽带(SB-UWB)系统可以将正交频分复用(OFDM)调制方案的某些部分和超宽带系统的某些部分结合起来。在一个实施例中,所述系统可以使用正交波形来形成超宽带无线通信系统。在另一个实施例中,可以使用所述系统的基于FFT的实现方式来产生和检测SB-UWB波形。



1. 一种装置，包括：
收发机，其包括发射机，用于产生子带化超宽带波形，并且包括接收
5 机，用于检测子带化超宽带波形。
2. 如权利要求 1 所述的装置，所述发射机利用快速傅利叶变换结构来产生子带化超宽带波形。
3. 如权利要求 1 所述的装置，所述接收机利用快速傅利叶变换结构来检测子带化超宽带波形。
- 10 4. 如权利要求 1 所述的装置，所述发射机利用多门控、相控载波结构来产生子带化超宽带波形。
5. 如权利要求 1 所述的装置，所述接收机利用多门控、相控载波结构来检测子带化超宽带波形。
6. 如权利要求 1 所述的装置，所述发射机利用开关滤波器结构来产生
15 子带化超宽带波形。
7. 如权利要求 1 所述的装置，所述接收机利用开关滤波器结构来检测子带化超宽带波形。
8. 如权利要求 1 所述的装置，所述接收机适合于使用具有与发送的子带顺序相匹配的可变门控混频的直接下变频、零中频结构。
- 20 9. 如权利要求 1 所述的装置，所述接收机利用亚采样结构来检测子带化超宽带波形。
10. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述接收机适合于检测包括在时间和频率上分隔开的多个子带波形的子带化超宽带波形。
11. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述收发机适合于利用在所述子
25 带化超宽带波形的子带上的跳时。
12. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述收发机适合于利用在所述子带化超宽带波形的子带上的直接序列扩展。
13. 如权利要求 1 所述的装置，其中所述收发机适合于利用在所述子带化超宽带波形的子带上的频移键控。

14. 如权利要求 1 所述的装置, 其中所述收发机适合于利用在所述子带化超宽带波形的子带上的跳频。
15. 一种方法, 包括:
5 发送子带化超宽带波形; 以及
接收子带化超宽带波形。
16. 如权利要求 15 所述的方法, 所述发送包括利用快速傅利叶变换结构来产生子带化超宽带波形。
17. 如权利要求 15 所述的方法, 所述发送包括利用多门控、相控载波结构来产生子带化超宽带波形。
- 10 18. 如权利要求 15 所述的方法, 所述发送包括利用开关滤波器结构来产生子带化超宽带波形。
19. 如权利要求 15 所述的方法, 所述发送包括利用具有与所发送的子带顺序相匹配的可变门控混频的直接下变频、零中频结构。
20. 如权利要求 15 所述的方法, 所述接收包括利用快速傅利叶变换结构来检测子带化超宽带波形。
15
21. 如权利要求 15 所述的方法, 所述接收包括利用多门控、相控载波结构来检测子带化超宽带波形。
22. 如权利要求 15 所述的方法, 所述接收包括利用开关滤波器结构来检测子带化超宽带波形。
- 20 23. 如权利要求 15 所述的方法, 所述接收包括利用亚采样结构来检测子带化超宽带波形。
24. 如权利要求 15 所述的方法, 还包括在时间和频率上对所述子带化超宽带波形的子带进行分隔。
25. 如权利要求 15 所述的方法, 还包括在所述子带化超宽带波形的子带上进行跳时。
25
26. 如权利要求 15 所述的方法, 还包括在所述子带化超宽带波形的子带上进行直接序列扩展。
27. 如权利要求 15 所述的方法, 还包括在所述子带化超宽带波形的子带上进行频移键控。

28. 如权利要求 15 所述的方法，还包括在所述子带化超宽带波形的子带上进行跳频。

29. 一种装置，包括：

快速傅利叶变换收发机，用于产生和检测子带化超宽带波形；以及
5 所述快速傅利叶变换收发机包括数据编码器，用于选择所述子带化超宽带波形的多个子带中的一个。

30. 如权利要求 29 所述的装置，所述快速傅利叶变换收发机适于利用的子带化超宽带波形包括从基本上由正交频分复用波形、线性调频波形、频移键控波形和跳频波形所组成的组中选出的波形。

10 31. 一种装置，包括：

多门控、相控载波收发机，用于产生和检测子带化超宽带波形；以及
所述多门控、相控载波收发机包含从基本上由用于所述子带化超宽带波形的子带的匹配滤波器和相关器所组成的组中选出的至少一个元件。

15 32. 如权利要求 31 所述的装置，所述子带化超宽带波形包含从基本上由相移键控波形和四相相移键控波形所组成的组中选出的波形。

33. 一种装置，包括：

开关滤波器收发机，用于产生和检测子带化超宽带波形；以及
所述开关滤波器收发机包括用于将所述子带化超宽带波形的子带从中频转换到所需射频的上变频器。

20 34. 如权利要求 33 所述的装置，所述开关滤波器以脉冲重复率来工作，所述脉冲重复率是所需数据率的函数。

35. 一种装置，包括：

亚采样收发机，用于检测子带化超宽带波形；以及
所述亚采样收发机包括至少一个模数转换器，用于采样射频信号或者
25 低中频信号。

36. 如权利要求 35 所述的装置，其中所述亚采样收发机包括至少两个模数转换器，用于分别采样 I 信号和 Q 信号。

37. 如权利要求 35 所述的装置，所述亚采样收发机适合于将所述子带化超宽带波形的至少一个子带下变频到零中频。

38. 如权利要求 35 所述的装置, 所述亚采样收发机适合于将所述子带化超宽带波形的至少一个子带下变频到非常低的中频, 该中频的值约大于子带化信道的带宽的一半。

子带化超宽带通信系统

5 附图说明

通过参考附图，本领域的技术人员可以更好的理解本发明的众多优点，其中：

图 1 是根据本发明实施例的子带化超宽带（sub-banded ultra-wideband, SB-UWB）系统的时域和频域表示。

10 图 2 是根据本发明实施例的基于 FFT 的发射机系统图。

图 3 是根据本发明实施例的基于 FFT 的接收机系统图。

图 4 是根据本发明实施例的子带化 UWB 脉冲发生器的图。

图 5 是根据本发明实施例的利用信道化技术的 UWB 发射机图。

15 图 6 是根据本发明实施例的用于多载波脉冲产生系统的匹配滤波接收机图。

图 7 是根据本发明实施例的基于开关滤波器的发射机图。

图 8 是根据本发明实施例的子带化超宽带波形输出的时域表示图。

图 9 是根据本发明实施例的子带化超宽带波形输出的频谱图。

20 图 10 是根据本发明实施例的多载波 UWB 信号的时间-频率平面表示图。

图 11 是根据本发明实施例的对多载波 UWB 系统采用亚采样的直接转换接收机图。

具体实施方式

25 现在参考图 1，将要讨论根据本发明实施例的子带化超宽带（SB-UWB）系统的时域和频域表示。超宽带通信可以被定义为同时在一段频率范围的全部或一部分上传送无线信号，但是本发明的范围并不局限于此。子带化 UWB 信号可以包括用于 UWB 信号的频率范围内的至少一个或者多个频率范围，但是本发明的范围并不局限于此。如图 1 所示，在坐标图

100 中图示了基于示例性脉冲的正交频分复用 (OFDM) 方案, 在坐标图 102 中图示了基于示例性脉冲的正交频分和时分复用 (OF/TDM) 方案, 并且在坐标图 104 中图示了级联 OFDM 波形的示例性频率图。在图 1 所示的示例中, 使用具有例如 500MHz 的带宽和可以在 3 和 6GHz 之间变化的中心频率的脉冲可以产生六个脉冲无线电超宽带 (IR-UWB) 波形, 但是
5 本发明的范围并不局限于此。

如图 1 所示, 与传统的 OFDM 系统不同, SB-UWB 实现方式可以提供在时间和频率上分隔波形的能力。例如, 随着脉冲波形持续时间的增加, 随着子带带宽的减小, 传输波形可以在时间上连续并且可以开始与 OFDM
10 波形类似。子带还可以包括每比特多个脉冲的附加扩展, 以得到直接序列 SB-UWB (DS-SB-UWB) 系统, 但是本发明的范围并不局限于此。

利用 SB-UWB 波形可以相对直接地将波形覆盖在窄带干扰之上。这样, 在本发明的第一实施例中, 通过不利用其中存在强烈窄带干扰的任何频带可以提供覆盖, 但是本发明的范围并不局限于此。或者, 可以使用多
15 数频带或所有频带, 但是要依照干扰强度的比例削弱那些经常受到干扰的频带, 从而导致频域内的“注水”(water-filling) 效果, 但是本发明的范围并不局限于此。相似地, 通过在发射机和接收机两者处都采用陷波滤波器 (notch filter) 可以在分散的窄带信号上覆盖足够宽带的单个载波波形。发射机的陷波滤波器可以保护窄带波形, 而接收机的陷波滤波器可以
20 保护所需信号。SB-UWB 信号设计不使用陷波滤波器就可以允许同样类型的干扰耐受性, 但是本发明的范围并不局限于此。在图 2 和图 3 中分别示出了基于 FFT/IFFT 实现方式的子带发射机 200 和接收机 300。

在另一个实施例中, SB-UWB 体系结构还可以和其他的时域扩展技术组合起来, 这些时域扩展技术包括在每个子带信道上使用的跳时 (TH-SB-
25 UWB) 或者直接序列扩展 (DS-SB-UWB), 但是本发明的范围并不局限于此。对于给定的多通路信道概况 (profile) 和干扰环境, 为了最优化系统的总吞吐量, 可能存在对于子带数量、每个子带的带宽以及每个子带需要的时域扩展的最佳配置。在本发明的一个实施例中, 如果对子带数量的限制降到一个, 那么系统就可以与典型的 IR-UWB 系统相似, 但是本发明

的范围并不局限于此。

现在参考图 2 和图 3，将讨论根据本发明的一个实施例的基于快速傅利叶变换（FFT）的发射机系统和基于 FFT 的接收机系统的图。图 2 所示的示例性发射机 200 示出了基于 FFT/IFFT 的 SB-UWB 发射机的实现方式，而图 3 所示的示例性接收机 300 示出了基于 FFT/IFFT 的 SB-UWB 接收机的实现方式。基带子带（0 到 W GHz，其中 W 是传输波形所需的 RF 带宽）可以通过 N 点 IFFT 并且在并行到串行转换器（P/S）之后产生，但是本发明的范围并不局限于此。在具体的实施例中，基带带宽可以在 2GHz 的数量级上或者更高，其中 IFFT 操作的速度可能是一个限制因素，但是本发明的范围并不局限于此。在一个实施例中，虽然 N-pt 的 IFFT 操作可以使用任意合理的 N 值，但是可以利用 4-pt 的 IFFT 块使速度最大化。这样的实现方式允许每个载波块产生 4 个子带。然后，载波块可以被上变频到所需的 RF 频率，但是本发明的范围并不局限于此。如下面所讨论的，可以通过一种或者多种方式来安排这样的实现方法，以实现 SB-UWB 系统。

在一个实施例中，可以利用 OFDM 波形来实现 SB-UWB 系统。这样的实现方式可以基于所有子带的同时传输，所述子带的同时传输可以利用一个单独的载波块或者多个载波块来完成，以满足所需的 RF 频率，但是本发明的范围并不局限于此。

在另一实施例中，可以利用线性调频（chirped）波形来实现 SB-UWB 系统。在这样的实施例中，可以在不同的时刻传送子带波形，以提供传输比特之间的时间多样性和频率多样性。该实现方式有助于减小接收机对频率偏移错配的敏感性，以减小或者最小化相邻信道干扰，但是本发明的范围并不局限于此。

在另一实施例中，可以利用频移键控（FSK）波形来实现 SB-UWB 系统。在这样的实施例中，可以使用编码数据比特来选择多个频率之一用于信道传输，而不是将数据分别调制在载波上并且同时传送数据。这样的方法可以利用正交调制，并且通过一次传输一种载波，可以减少传输的“峰值对平均”功率比，并且因而减少对 RF 组件的线性度的要求，但是本发

明的范围并不局限于此。

在另一实施例中，可以利用跳频（FH）波形来实现 SB-UWB 系统。在这样的实施例中，可以使用例如 4 比特的伪随机码来选择将承载数据的子带，但是本发明的范围并不局限于此。

5 在图 2 和图 3 的发射机和接收机体系结构的一个实施例中，例如，UWB OFDM 信号的占空比一般小于 10%，这与占空比一般是 100% 的窄带 OFDM 信号形成了对照。较低的占空比使子带不必使用均衡化就可以具有比窄带情况宽得多的带宽。用于发射机 200 和接收机 300 的 FFT 体系结构可以允许在数字 FFT 中提供多个模拟振荡器的复杂情况，但是本发明的范
10 围并不局限于此。

现在参考图 4，将讨论根据本发明实施例的子带化 UWB 脉冲发生器的图。如图 4 的示例性脉冲发生器 400 所示，并行地利用两个或者多个正弦波发生器来产生 UWB 波形，但是本发明的范围并不局限于此。在另一个实施例中，脉冲发生器 400 可以被扩展到包括多个相位，例如四相相移
15 键控 QPSK，但是本发明的范围并不局限于此。在一个具体的实施例中，可以使用两个或多个并联的门控功能 402，其中一个门控功能可以是另一个门控功能的延迟形式，但是本发明的范围并不局限于此。或者，载波的相位可以被调制，例如使用相移键控（PSK）系统来调制，但是本发明的范围并不局限于此。通过提供对不同频率和时间窗的选择，可以对脉冲发
20 生器 400 的信号设计提供更大的灵活性。在一个实施例中，信号能量可以被更加均匀的分散到频带中，因为，在功率谱密度（PSD）受限的环境中，例如在可以通过规则设定 PSD 界限的环境中，可能会希望频谱尽可能的平坦，但是本发明的范围并不局限于此。在另一个实施例中，为了根据需求裁剪频谱，可以调整各个窗的宽度，但是本发明的范围并不局限于
25 此。

现在参考图 5，将要讨论根据本发明实施例的利用信道化技术的 UWB 发射机图。在图 5 所示的示例中，在坐标图 500 示出了波形的频率图，其中连同可能出现窄带干扰源的频带一起，示出了具有两个频率 f_1 和 f_2 的系统。在这个实施例中，为了在频谱中的所需频带形成陷波 502，可以调

整两个带宽 B1 和 B2。接着如图 5 所示，通过使用脉冲发生器 504 来改变用于振荡器 508 的时间门控窗 506 的宽度，可以控制带宽 B1 和 B2。在接收端，可以基于频率和时间窗宽度信息为脉冲设立匹配滤波器，但是本发明的范围并不局限于此。

5 如图 6 所示，将要讨论根据本发明实施例的用于多载波脉冲产生系统的匹配滤波接收机图。图 6 示出了另一个脉冲发生器 600。对于示例性脉冲发生器 600，单独的副载波可具有与其所在信道的脉冲相匹配的滤波器，但是本发明的范围并不局限于此。或者，可以使用振荡器 602 来与传送信号同步。使用振荡器 602 可以减小同步的复杂性，因为可以将窄带脉冲对准到振荡器最近的周期，而不用将两个窄带脉冲彼此对准，但是本发
10 明的范围并不局限于此。

在利用这样信令脉冲的系统中，接入点可以进行干扰测量和评估，以及为不同的频率确定时间窗的宽度，从而产生适当的谱形状。该信息可以在公共广播信道上被传送到一个或多个节点，该信道可能具有多个副载波
15 频率中的一个频率，例如 f1。然后，接收机可以通过为调谐在不同的副载波频率上的本地振荡器设置适当的时间窗宽度来建立副载波接收机匹配滤波器，并且可以接收全部带宽的 UWB 信号传输，但是本发明的范围并不局限于此。

现在参考图 7，将讨论根据本发明实施例的基于开关滤波器（switched
20 filter）的发射机图。图 7 中所示的发射机 700 可以是基于一次传送一个子带的规则来产生 SB-UWB 波形的另一个示例。在这样的实施例中，数据 702 可以调制单一的宽带脉冲发生器 704，并且可以用 RF 开关 706 来选择通过无线传递传送哪一个子带，但是本发明的范围并不局限于此。在该实施例中，RF 开关 706 可以工作在脉冲重复率下，该速率可以是所支持的所需数据率的函数。图 7 还示出了可选的上变频器 708，在实施例中，可以用该上变频器 708 将子带从 IF 频率上变频到所需的 RF 频率，在该实施例中可能需要在较低的频带上设计子带滤波器 710，但是本发明的范围并不
25 局限于此。

现在参考图 8，将要讨论根据本发明实施例的子带化超宽带波形输出

的时域表示图。还要参考图 9，将要讨论根据本发明实施例的子带化超宽带波形输出的频谱图。对于图 8 的波形输出 800 和图 9 的传送波形谱 900，可以利用亚采样方案，该方案允许对单独的子带信号的有效采样和处理。在示例性实施例中，如图 8 所示，并且也如图 10 的示例所示出的，所考虑的多载波 UWB 系统可以具有 2GHz 的总信号带宽，并且采用顺序传送的带宽 500MHz 的四个副载波，但是本发明的范围并不局限于此。因为在任意给定时刻，可能传送其中一个副载波，所以在示例性实施例中，可以在 500MHz 的有效速率下利用如图 11 所示的复数模数转换器（ADC）1102，其可以对副载波中的任意一个进行采样，但是本发明的范围并不局限于此。图 10 示出了根据本发明实施例的多载波 UWB 信号的示例性时间-频率平面表示图。

现在参考图 11，将要讨论根据本发明实施例的对多载波 UWB 系统采用亚采样的直接转换接收机图。可以首先采用直接下变频零中频（IF）接收机体系结构 1100 将总的 UWB 信号带宽下变频，使得副载波频率，或者最低频率可以被下变频到如图 11 中的接收机体系结构 1100 所示的零 IF，并且使用工作在 500MHz 速率的两个 ADC 来采样 I 和 Q 信号，但是本发明的范围并不局限于此。在下变频器之后的低通滤波器（LPF）1104 可以足够宽以容纳所有的子带，仅过滤出混频产物，或者可替换地，该 LPF 可以是子带选择滤波器，它可以是在特定时刻只包含一个子带的带通滤波器。这种可选择的带通滤波器可以根据传送顺序切换到相应子带。当在第一子带中传送第一 UWB 脉冲时，复数 ADC 可以捕获传输脉冲的样本。后来的脉冲可以根据预定的顺序在其它副载波频率上传送。这些脉冲和副载波可以通过 500MHz 的复数模数转换器（ADC）进行亚采样，但是本发明的范围并不局限于此。

或者，图 11 示出的接收机可以包括固定的 LPF 1104，其具有和每个子带的 RF 带宽大致相等的带宽，但是对于不同的实现方式，该带宽会依赖于 ADC 转换器 1102 的输入带宽和采样率而有所不同，其中到混频器输入端处的参考频率可以及时改变，以匹配传输子带的顺序。对于一次传送一个子带的情况，如图 8 所示，在混频器输入端处的参考波形基本上看起

来就像传送波形的复制品，并且在接收机处，该参考波形可以通过与用在其他无线通信系统中相似的训练过程被同步，但是本发明的范围并不局限于此。

5 虽然本发明已经被描述的相当具体，但是应该认识到，不脱离本发明的精神和范围，本领域的技术人员可以改变其中的元件。相信通过前面的描述将能够理解本发明的子带化超宽带通信系统以及该系统附带的优点，并且很清楚，可以对其中的形式、结构及其组件安排进行各种改变，而不会脱离本发明的范围和精神或者不牺牲本发明的所有实质性优点，并且由于此前描述的形式仅仅是本发明的说明性实施例，也不会提供另外的实质性
10 性改变。权利要求书意在涵盖并包括这些改变。

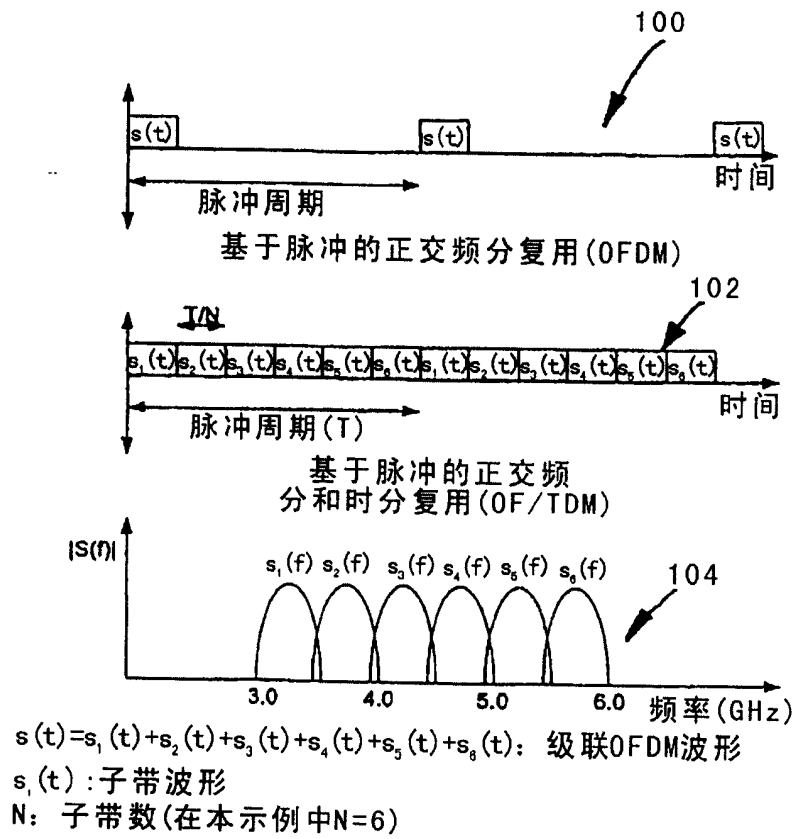


图1

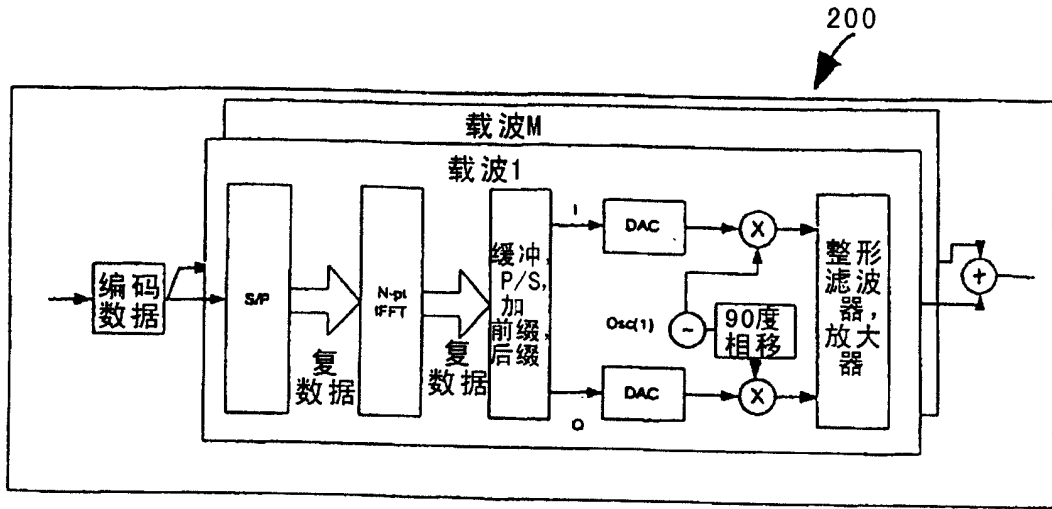


图2

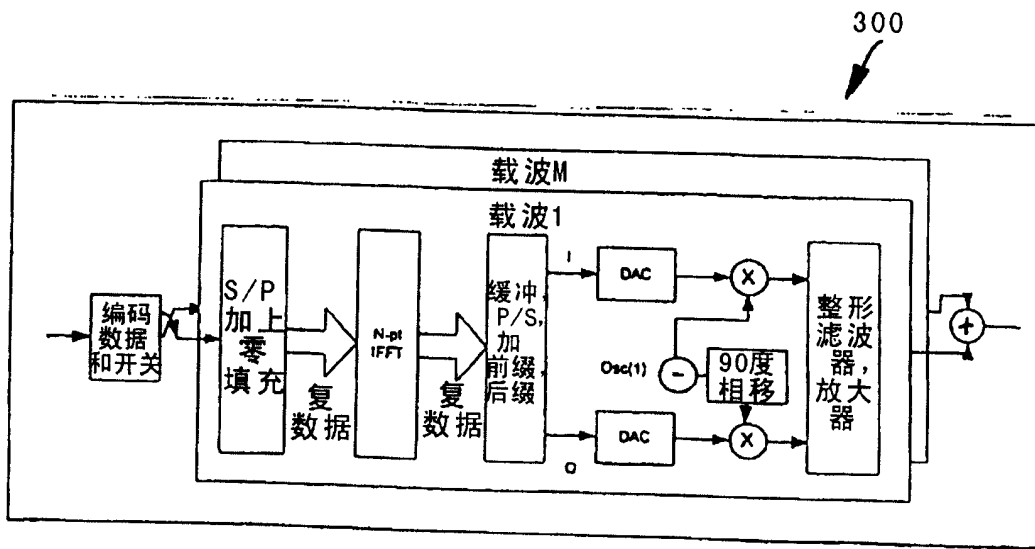


图3

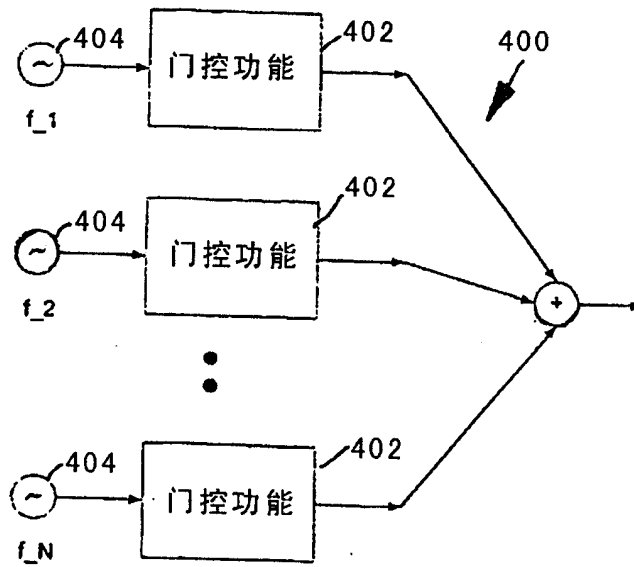


图4

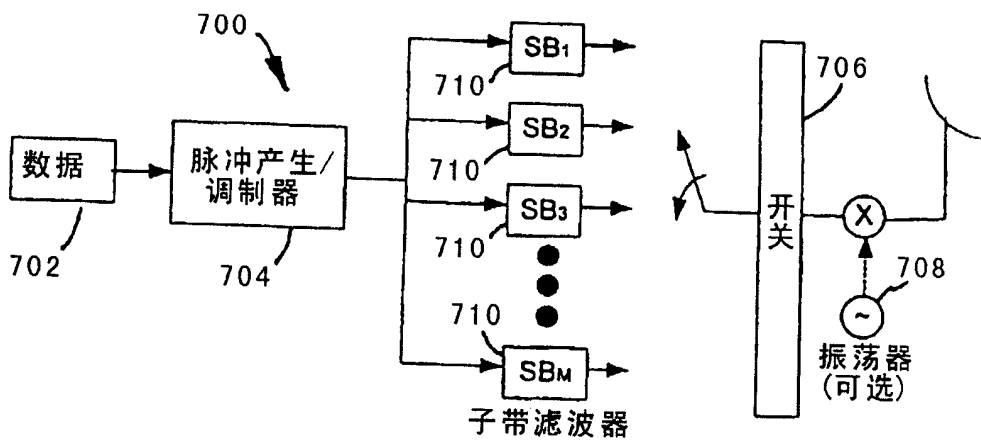


图7

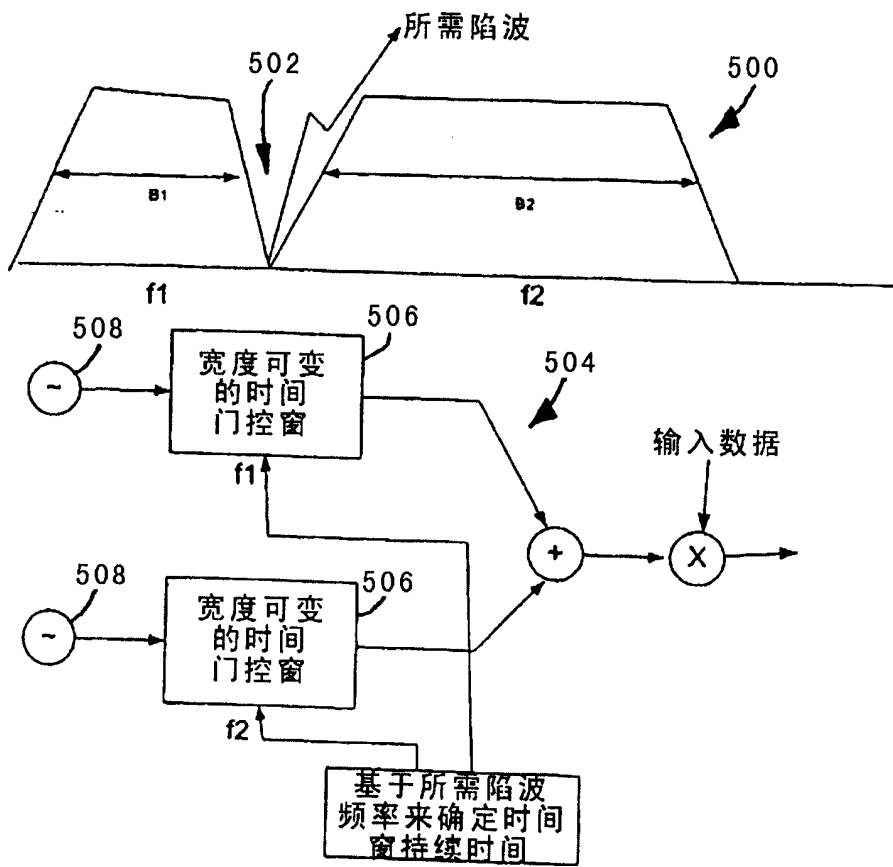


图5

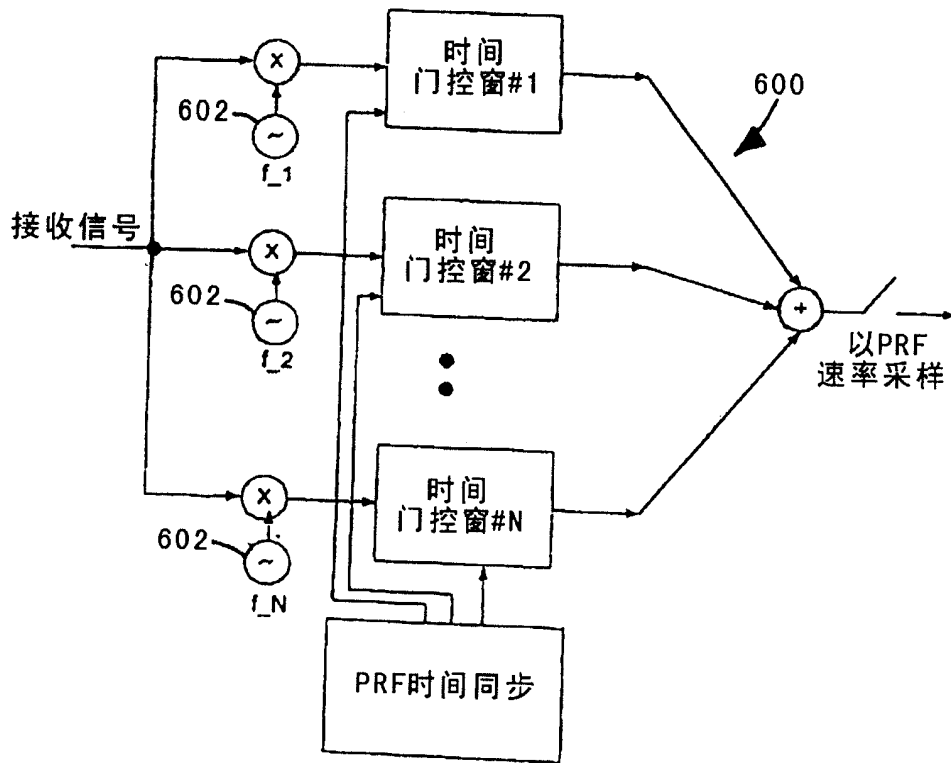


图6

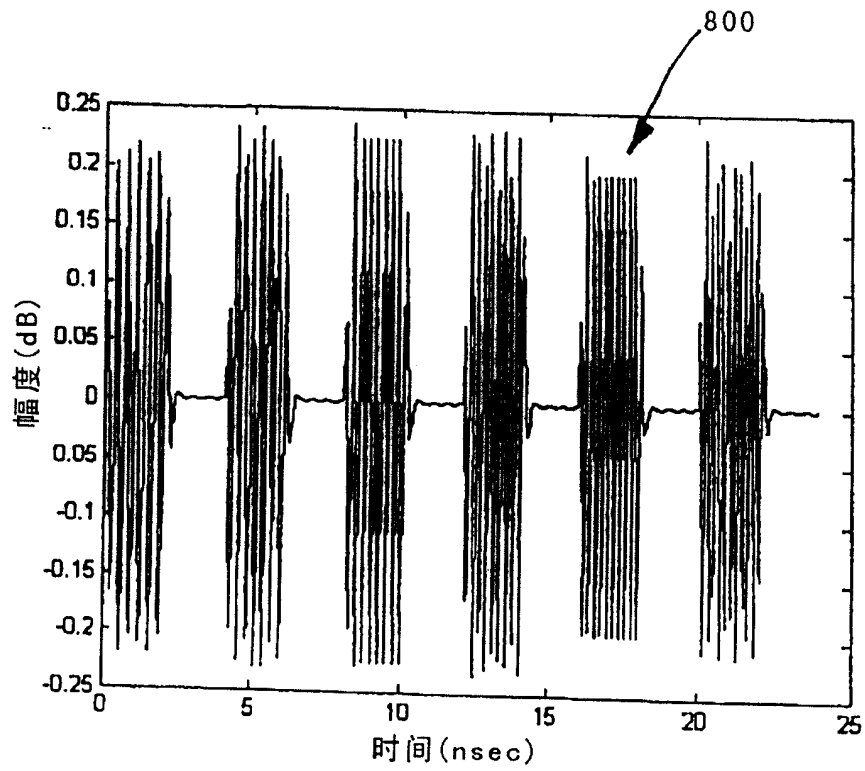


图8

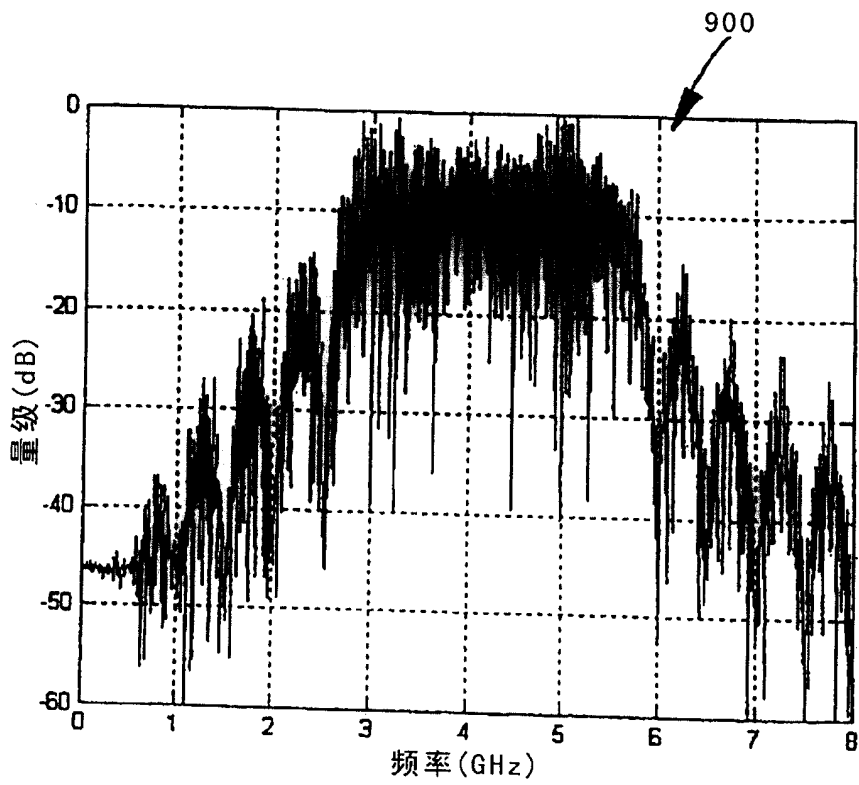


图9

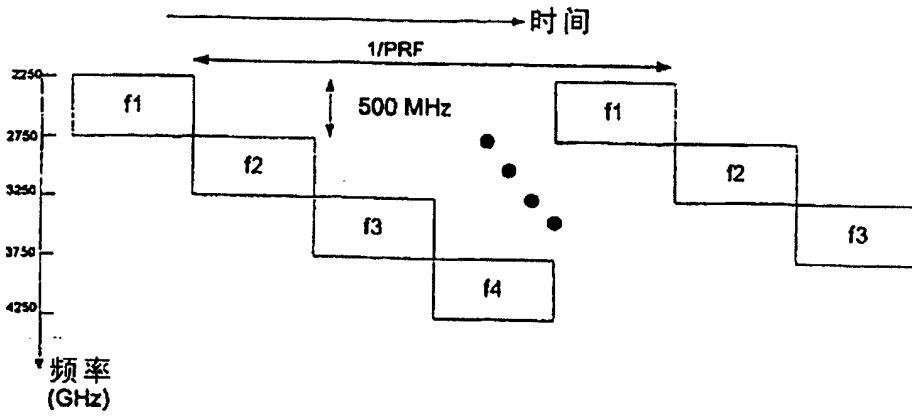


图10

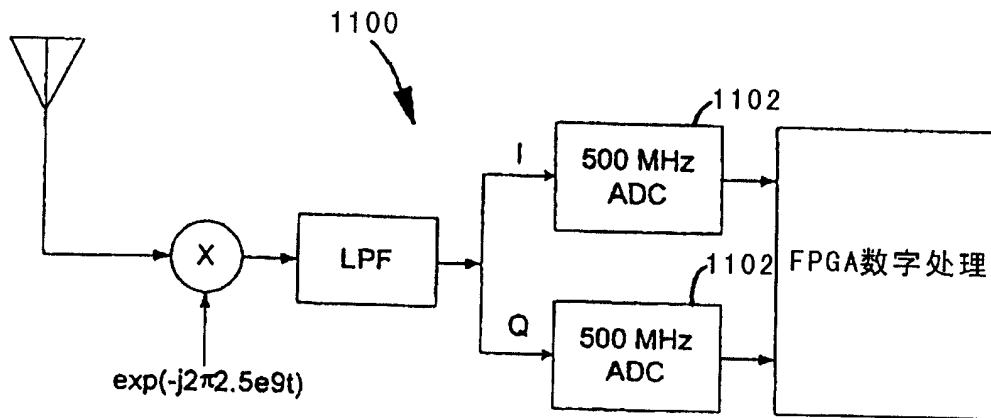


图11