



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 97193023.6

[45] 授权公告日 2003 年 9 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 1122381C

[22] 申请日 1997.3.5 [21] 申请号 97193023.6

[30] 优先权

[32] 1996. 3. 14 [33] DE [31] 19609909.9

[86] 国际申请 PCT/EP97/01090 1997.3.5

[87] 国际公布 WO97/34382 德 1997.9.18

[85] 进入国家阶段日期 1998.9.14

[71] 专利权人 德国电信股份有限公司

地址 联邦德国波恩

[72] 发明人 格尔德·齐默尔曼 亨里克·舒尔策

审查员 金 源

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

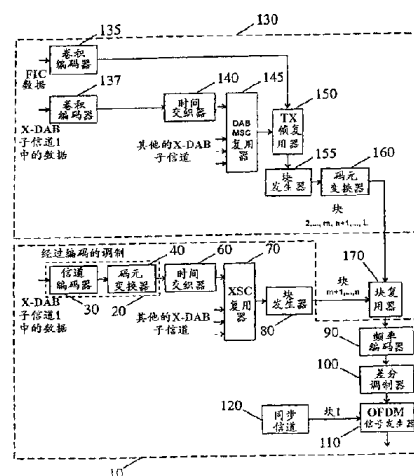
代理人 徐 泰

权利要求书 6 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称 数字广播信号的正交频分复用多载波传输方法和系统

[57] 摘要

对现有的 DAB 传输系统作改进,从而能够获得较高的净数据速率,同时保持相同的系统品质,或者可在相同的数据速率下,在接收机一侧以高得多的信噪比获得相同的系统品质。把码元变换器(40)直接连至卷积编码(30)的下行侧,而不是像 DAB 系统那样连至块发生器(155)。使用多级信道编码器,把源数据流的子数据流分配给多级信道编码器。在复合码元级上处理源数据流,而不是像已知的 DAB 系统那样,在比特级上处理源数据流。



1. 一种数字广播信号的 OFDM 多载波发射方法，尤其是用于数字增值业务的 OFDM 多载波发射方法，其特征在于，具有下述步骤：

- (a) 产生至少一个源数据流，把它划分为多个具有预定长度的帧；
- (b) 把所述源数据流分裂为 N 个并行的子数据流；
- (c) 把所述 N 个子数据流的每个子数据流提供给具有预定码率的各个信道编码器 (32, 34, 36)，同时每个所述信道编码器提供具有 M 比特的经过编码的序列；
- (d) 把在步骤 (c) 中编码的所述 N 个子数据流的比特组合为 N 元组，并且将它们变换为 2^N -PSK 码元字母表的复合码元；
- (e) 把所述复合码元组合成具有预定大小的块；
- (f) 对在步骤 (e) 中组合成块的复合码元进行频率交织；
- (g) 把在所述块中的所述复合码元分配给不同的副载波；
- (h) 根据在每个所述块中的所述复合码元产生模拟 OFDM 信号，并且将所述 OFDM 信号广播至接收设备。

2. 如权利要求 1 所述的数字广播信号的 OFDM 多载波发射方法，其特征在于，在步骤 (c) 中，对每个所述子数据流作卷积编码。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的数字广播信号的 OFDM 多载波发射方法，其特征在于，对在步骤 (d) 中产生的复数信号进行时间交织。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的数字广播信号的 OFDM 多载波发射方法，其特征在于，把 N 设定为大于或等于 3 的值。

5. 如权利要求 3 所述的数字广播信号的 OFDM 多载波发射方法，其特征在于，把 N 设定为大于或等于 3 的值。

6. 如权利要求 1、2、5 之一所述的数字广播信号的 OFDM 多载波发射方法，其特征在于，在副载波上对步骤 (f) 中的所述复合码元进行差分调制。

7. 如权利要求 3 所述的数字广播信号的 OFDM 多载波发射方法，其特征在于，在副载波上对步骤 (f) 中的所述复合码元进行差分调制。

8. 如权利要求 4 所述的数字广播信号的 OFDM 多载波发射方法，其特征在于，在副载波上对步骤 (f) 中的所述复合码元进行差分调制。

9. 如权利要求 1、2、5、7、8 之一所述的数字广播信号的 OFDM 多载波发射方法，其特征在于，在步骤 (g) 中对步骤 (f) 中被调制的所述复合码元进行离散逆富里埃变换。

10. 如权利要求3所述的数字广播信号的OFDM多载波发射方法,其特征在于,在步骤(g)中对步骤(f)中被调制的所述复合码元进行离散逆富里埃变换。

11. 如权利要求4所述的数字广播信号的OFDM多载波发射方法,其特征在于,在步骤(g)中对步骤(f)中被调制的所述复合码元进行离散逆富里埃变换。

12. 如权利要求6所述的数字广播信号的OFDM多载波发射方法,其特征在于,在步骤(g)中对步骤(f)中被调制的所述复合码元进行离散逆富里埃变换。

13. 如权利要求1、2、5、7、8、10-12之一所述的数字广播信号的OFDM多载波发射方法,其特征在于,产生多个源数据流,按照步骤(b)至(d)处理,然后进行时分复用。

14. 如权利要求3所述的数字广播信号的OFDM多载波发射方法,其特征在于,产生多个源数据流,按照步骤(b)至(d)处理,然后进行时分复用。

15. 如权利要求4所述的数字广播信号的OFDM多载波发射方法,其特征在于,产生多个源数据流,按照步骤(b)至(d)处理,然后进行时分复用。

16. 如权利要求6所述的数字广播信号的OFDM多载波发射方法,其特征在于,产生多个源数据流,按照步骤(b)至(d)处理,然后进行时分复用。

17. 如权利要求9所述的数字广播信号的OFDM多载波发射方法,其特征在于,产生多个源数据流,按照步骤(b)至(d)处理,然后进行时分复用。

18. 一种数字OFDM多载波传输系统,其特征在于,包括:

a)具有下述部件的发射机(10):至少具有N个并联的信道编码器(32, 34, 36)的至少一组(30),每个所述信道编码器具有用于对一个所述子数据流编码的预定码率;

码元变换器(40),连接至所述N个并联的信道编码器(32, 34, 36),用于把N比特元组变换成 2^N -PSK码元字母表的复合码元;

块发生器(80),用于把预定数目的所述复合码元组合为块;

多载波调制器(100),用于对组合为所述块的所述复合码元进行调制;

频率交织器(90),连接在块发生器(80)和多载波调制器(100)之间,用于对每个块中的复合码元进行频率交织;以及

装置(110),用于根据在每个所述块中的所述复合码元产生模拟OFDM信号,并且用于广播所述模拟OFDM信号;

还包括:

b)具有下述部件的接收机:

OFDM解调器,用于对所述模拟OFDM信号解调;

差分解调器，连接在 OFDM 解调器的下行侧；

频率去交织器，连接在差分解调器的下行侧；

用于去除块结构的装置，连接在频率去交织器的下行侧，用于输出复合码元的序列；

去复用器，用于对来自不同的源数据流的所述复合码元进行时分去复用；

时间去交织器，连接在去复用器的下行侧；

N 个并联的度量计算器(190, 195, 200)，连接在时间去交织器的下行侧，把各卷积译码器(230, 232, 234)连至每个所述度量计算器的下行侧，按照选定的码元变换规则，把所述卷积译码器(230, 232, 234)的输出经过分配的互补卷积编码器(240, 245)反馈至各自的度量计算器(195, 200)。

19. 如权利要求 18 所述的数字 OFDM 多载波传输系统，其特征在于，具有时间交织器(60)，它连在所述码元变换器(40)的下行侧，用于对所述复合码元进行时间交织。

20. 如权利要求 18 或 19 之一所述的数字 OFDM 多载波传输系统，其特征在于，所述多载波调制器(100)对每个所述副载波进行差分调制，并且每个所述信道编码器(32, 34, 36)是卷积编码器。

21. 如权利要求 18 或 19 之一所述的数字 OFDM 多载波传输系统，其特征在于，具有帧复用器(70)，用于对来自不同的所述源数据流的所述复合码元进行多路复用。

22. 如权利要求 20 所述的数字 OFDM 多载波传输系统，其特征在于，具有帧复用器(70)，用于对来自不同的所述源数据流的所述复合码元进行多路复用。

23. 如权利要求 18、19、22 之一所述的数字 OFDM 多载波传输系统，其特征在于，把块交织器(52, 54, 56)连接在每个所述信道编码器(32, 34, 36)的下行侧。

24. 如权利要求 20 所述的数字 OFDM 多载波传输系统，其特征在于，把块交织器(52, 54, 56)连接在每个所述信道编码器(32, 34, 36)的下行侧。

25. 如权利要求 21 之一所述的数字 OFDM 多载波传输系统，其特征在于，把块交织器(52, 54, 56)连接在每个所述信道编码器(32, 34, 36)的下行侧。

26. 如权利要求 18、19、22、24、25 之一所述的数字 OFDM 多载波传输系统，其特征在于，包括：

b) 发射部分(130)，其位置与所述发射机(10)平行，它提供已知 DAB 发射机的码元变换器(160)产生的分块的 4-PSK 码元流，并且把它经过块复用器(170)连至所述频率交织器(90)，所述发射机(10)的所述块发生器(80)也连至所述块复用

器(170)。

27. 如权利要求 20 所述的数字 OFDM 多载波传输系统, 其特征在于, 包括:

b) 发射部分(130), 其位置与所述发射机(10)平行, 它提供已知 DAB 发射机的码元变换器(160)产生的分块的 4-PSK 码元流, 并且把它经过块复用器(170)连至所述频率交织器(90), 所述发射机(10)的所述块发生器(80)也连至所述块复用器(170)。

28. 如权利要求 21 所述的数字 OFDM 多载波传输系统, 其特征在于, 包括:

b) 发射部分(130), 其位置与所述发射机(10)平行, 它提供已知 DAB 发射机的码元变换器(160)产生的分块的 4-PSK 码元流, 并且把它经过块复用器(170)连至所述频率交织器(90), 所述发射机(10)的所述块发生器(80)也连至所述块复用器(170)。

29. 如权利要求 23 所述的数字 OFDM 多载波传输系统, 其特征在于, 包括:

b) 发射部分(130), 其位置与所述发射机(10)平行, 它提供已知 DAB 发射机的码元变换器(160)产生的分块的 4-PSK 码元流, 并且把它经过块复用器(170)连至所述频率交织器(90), 所述发射机(10)的所述块发生器(80)也连至所述块复用器(170)。

30. 如权利要求 18、19、22、24、25、27-29 之一所述的数字 OFDM 多载波传输系统, 其特征在于, N 大于或等于 3。

31. 如权利要求 20 所述的数字 OFDM 多载波传输系统, 其特征在于, N 大于或等于 3。

32. 如权利要求 21 所述的数字 OFDM 多载波传输系统, 其特征在于, N 大于或等于 3。

33. 如权利要求 23 所述的数字 OFDM 多载波传输系统, 其特征在于, N 大于或等于 3。

34. 如权利要求 26 所述的数字 OFDM 多载波传输系统, 其特征在于, N 大于或等于 3。

35. 如权利要求 18、19、22、24、25、27-29、31-34 之一所述的数字 OFDM 多载波传输系统, 其特征在于, 把块去交织器(205, 215, 225)接在每个所述度量计算器(190, 195, 200)和每个所述卷积译码器(230, 232, 234)之间, 并且把块交织器(210, 220)接在用于对每个已检波的数据比特流再编码的每个所述卷积编码器(240, 245)和分别位于下行侧的所述度量计算器(195, 200)之间。

36. 如权利要求 20 所述的数字 OFDM 多载波传输系统, 其特征在于, 把块去

交织器(205, 215, 225)接在每个所述度量计算器(190, 195, 200)和每个所述卷积译码器(230, 232, 234)之间, 并且把块交织器(210, 220)接在用于对每个已检波的数据比特流再编码的每个所述卷积编码器(240, 245)和分别位于下行侧的所述度量计算器(195, 200)之间。

37. 如权利要求 21 所述的数字 OFDM 多载波传输系统, 其特征在于, 把块去交织器(205, 215, 225)接在每个所述度量计算器(190, 195, 200)和每个所述卷积译码器(230, 232, 234)之间, 并且把块交织器(210, 220)接在用于对每个已检波的数据比特流再编码的每个所述卷积编码器(240, 245)和分别位于下行侧的所述度量计算器(195, 200)之间。

38. 如权利要求 23 所述的数字 OFDM 多载波传输系统, 其特征在于, 把块去交织器(205, 215, 225)接在每个所述度量计算器(190, 195, 200)和每个所述卷积译码器(230, 232, 234)之间, 并且把块交织器(210, 220)接在用于对每个已检波的数据比特流再编码的每个所述卷积编码器(240, 245)和分别位于下行侧的所述度量计算器(195, 200)之间。

39. 如权利要求 26 所述的数字 OFDM 多载波传输系统, 其特征在于, 把块去交织器(205, 215, 225)接在每个所述度量计算器(190, 195, 200)和每个所述卷积译码器(230, 232, 234)之间, 并且把块交织器(210, 220)接在用于对每个已检波的数据比特流再编码的每个所述卷积编码器(240, 245)和分别位于下行侧的所述度量计算器(195, 200)之间。

40. 如权利要求 30 所述的数字 OFDM 多载波传输系统, 其特征在于, 把块去交织器(205, 215, 225)接在每个所述度量计算器(190, 195, 200)和每个所述卷积译码器(230, 232, 234)之间, 并且把块交织器(210, 220)接在用于对每个已检波的数据比特流再编码的每个所述卷积编码器(240, 245)和分别位于下行侧的所述度量计算器(195, 200)之间。

41. 一种数字 OFDM 多载波发射机, 其特征在于, 具有下述部件:

至少具有 N 个并联的信道编码器(32, 34, 36)的至少一组(30), 每个所述信道编码器具有用于对一个所述子数据流编码的预定码率;

码元变换器(40), 连接至所述 N 个并联的信道编码器(32, 34, 36), 用于把 N 比特元组变换成 2^N -PSK 码元字母表的复合码元;

块发生器(80), 用于把预定数目的所述复合码元组合为块;

多载波调制器(100), 用于对组合为所述块的所述复合码元进行调制;

装置(110), 用于根据在每个所述块中的所述复合码元产生模拟 OFDM 信号,

并且用于广播所述模拟 OFDM 信号；以及

频率交织器(90)，连接在块发生器(80)和多载波调制器(100)之间，用于对每个块中的复合码元进行频率交织。

42. 如权利要求 16 所述的数字 OFDM 多载波发射机，其特征在于，具有：时间交织器(60)，它连在所述码元变换器(40)的下行侧，用于对所述复合码元进行时间交织。

43. 如权利要求 17 或 18 所述的数字 OFDM 多载波发射机，其特征在于，所述多载波调制器(100)对每个所述副载波进行差分调制，并且每个所述信道编码器(32, 34, 36)是卷积编码器。

44. 一种数字 OFDM 多载波接收机，其特征在于，具有：

OFDM 解调器，用于对所述模拟 OFDM 信号解调；

差分解调器，连接在 OFDM 解调器的下行侧；

频率去交织器，连接在差分解调器的下行侧；

用于去除块结构的装置，连接在频率去交织器的下行侧，用于输出复合码元的序列；

去复用器，用于对来自不同的源数据流的所述复合码元进行时分去复用；

时间去交织器，连接在去复用器的下行侧；

N 个并联的度量计算器(190, 195, 200)，连接在时间去交织器的下行侧，把各卷积译码器(230, 232, 234)连至每个所述度量计算器的下行侧，按照选定的码元变换规则；把所述卷积译码器(230, 232, 234)的输出经过分配的互补卷积编码器(240, 245)反馈至各自的度量计算器(195, 200)。

数字广播信号的正交频分复用多载波传输方法和系统

技术领域

本发明涉及数字广播信号的正交频分复用(OFDM)多载波传输方法,尤其是用于数字声音广播和用于数字增值业务的 OFDM 多载波传输方法,还涉及实行此方法的数字 OFDM 多载波传输系统,以及适用于数字 OFDM 多载波传输系统的数字 OFDM 多载波发射机和数字 OFDM 多载波接收机。

背景技术

在过去几年,已开发了用于地面数字声音广播的数字声音广播(DAB)传输系统。已知的系统适合发射高质量的声音节目至移动的、便携的以及固定的接收机。一般也可能以较低的数据速率经 DAB 传输系统发射附加的数据,例如,节目所附带的数据或者交通信息。使用经选择的编码正交频分复用(COFDM)方法,把多个声音节目和数据业务合并为一个 DAB 集合,并且用一个发射频率一起广播。目前,已知的 DAB 传输系统能用于 1728Kbps 的最大有效净数据速率。由于多媒体领域的迅速发展,使得以较高的数据速率传输增值业务(诸如电视节目)受到极大关注,该数据速率能够超过当前的 1728Kbps 的有效净数据速率。然而,由于所用的防错机制效率太低,因此传统的 DAB 系统不合用,尤其不适合移动接收高速数据。

发明内容

因此,本发明的目的是进一步发展现有的 DAB 传输系统,从而能够以较高的数据速率发射诸如电视节目等增值业务,而不降低发射品质。

本发明的主要思路是提供一种数字 OFDM 多载波传输系统,它基于现有的 DAB 传输系统,但改进了系统性能。与此同时,在设计数字 OFDM 多载波传输系统时,注意使用现有 DAB 传输系统提供的已知硬件部件的能力,从而可以容易地把本发明合并入现有的 DAB 传输系统中。为简单起见,把按照本发明的传输系统称之为 X-DAB 传输系统,“X-DAB”表示“扩展(或增强)数字声音广播”系统。为了在开头就避免误解,注意,能够用 X-DAB 传输系统有利地把高速数据信号(诸如视频信号)连同声音节目发射至移动接收机,即使采用传统的 DAB 传输系统也不能以足够的质量水平做到这一点。

采用按照本发明的用于数字广播信号的 OFDM 多载波传输的方法,如同在已知的 DAB 系统中那样,至少产生一个源数据流,把该数据流分裂成一些具有预定

长度的帧。为了使系统性能比 DAB 系统有较大的改进,把源数据流分裂成 N 个并行的子数据流,把每个子数据流提供给各个具有预定码率的信道编码器。每个信道编码器在其输出端提供一个经编码的(最好是卷积编码的) M 比特的序列。把 N 个经编码的并行数据流的比特分别组合成 N -元组,即, N 比特组或者 N 比特矢量,并且变换成 2^N -PSK 码元字母表的一个复合码元。这种编码调制技术在本质上是已知的。与现有的 DAB 传输系统相比,最重要的差别在于,紧接在源数据流的信道编码后, X-DAB 传输系统处理复合码元或者它们的 N 比特地址,而不是处理各比特。已经确定,事实上, X-DAB 传输系统良好的系统特性就是由于采取了这一措施。因此,把复合码元而不是各别的比特组合为具有预定规模的块。如已知的 DAB 传输系统那样把在每个块中的复合码元分配给不同的副载波。然而,已知的 DAB 系统中,只有在产生了块之后才变换至复合码元。于是, X-DAB 传输系统根据在每个块中的复合码元产生模拟 OFDM 信号,并且将它发射至接收设备。

为免除由移动无线电信道的时延鉴别特性造成的传输差错,在产生块之前,对复合码元进行时间交织。注意,在已知的 DAB 传输系统中,对各比特,而不是复合码元进行时间交织。为了避免由移动无线电信道鉴频造成的信号减损,在形成块后,对每个块中的复合码元进行频率交织,在已知的 DAB 广播系统中,情形亦如此。时间交织和频率交织的目标是相隔尽可能远地发射相邻的信号元素,由此避免邻近信息元素中的分组差错。

每个块中的复合码元经受本质上是已知的对每个副载波的差分调制。

与每块中副载波经受 4-PSK 调制的已知的 DAB 传输系统相反,按照本发明的 X-DAB 传输系统对副载波进行 2^N -PSK 调制,其中, N 设定为大于或等于 3 的值。虽然本发明比已知的 DAB 传输系统使用更高的调制方法(至少 8-PSK),系统的品质不变坏,如所预期的那样,在接收机一侧有恒定的信噪比。这是由于码元变换的功能,此码元变换比在已知的 DAB 传输系统这进行得更早。

除了改进的系统特性之外,按照本发明的数字 OFDM 多载波传输系统的特征在于它的与传统的 DAB 系统的向下兼容性。向下兼容性意味着能够把按照本发明的 X-DAB 传输系统嵌入现有的 DAB 传输系统中,从而可以在共用的传输帧中传输 DAB 节目和 X-DAB 节目。通过对于 OFDM 方法采用相同的参量(包括频率交织和差分调制方面的参量),可以作到两种传输系统的共存。为了使实现按照本发明的 OFDM 多载波传输系统所需增添的硬件和软件减至最少,同样使用由 DAB 系统已知

的卷积编码器、卷积译码器、时间交织器以及时间去交织器。

为了接收 OFDM 信号，提供一种接收装置，它起初设计得如同 DAB 接收机。已知的模块包括带有 A/D 变换器和进行 OFDM 信号的离散富里埃变换的装置的 OFDM 解调器、差分调制器以及频率去交织器。不是像已知的 DAB 接收机那样，把 OFDM 信号变为比特流并且随后将它提供给去除块结构的装置，而是把复合码元本身提供给去除块结构的装置。把复合码元流提供给去复用器，它对来自不同的源数据流的复合码元进行时分去复用。时间去交织器对复合码元的时间交织作逆处理。与已知的 DAB 接收机相反，数据流在复合码元级上而不是逐个比特地经受信道译码。为此目的，把复数接收码元施加至 N 个并联的度量计算器。卷积译码器接在每个度量计算器的下行方向。根据在发射机一侧执行的选择码元变换规则（诸如自然变换规则和实用变换规则），把卷积译码器的输出经过分派的互补卷积编码器反馈至度量计算器。在每个卷积译码器的输出端呈现经译码的子数据流。把各子数据流提供给源译码器，用于作进一步的处理。

附图说明 下面根据一个实施例连同附图更详细地解释本发明。

图 1 示出已知的 DAB 发射机的发射机一侧的方框图，把按照本发明的数字 OFDM 多载波发射机连至该侧；

图 2 示出按照图 1 的三级编码调制器；

图 3 示出用于 8-PSK 调制的三级译码器，它可用于按照本发明的 OFDM 多载波接收机；

图 4 示出施加至 OFDM 信号发生器的输出端的传输帧的简图，该帧可传输 DAB 和 X-DAB 节目；

具体实施方式

图 5 示出由码元变换器执行的自然变换规则；

图 6 示出能够由码元变换器执行的另一种称之为实用变换的变换规则；

图 1 示出数字 OFDM 多载波传输系统的发射机一侧，在该系统中实现本发明。10 表示整个按照本发明的数字 OFDM 多载波发射机，下面称为 X-DAB 发射机。X-DAB 发射机 10 具有至少一个实质上已知的源数据流编码调制装置 20。并联的编码调制器 20 的数目取决于要由 X-DAB 发射机 10 广播的不同的源数据流的数目。把来自一个源（未示出）的源数据流（它可以是具有高数据速率的 MPEG 视频信号）划分为具有预定长度的多个逻辑帧。把每个逻辑帧变换至传输帧的一部分，例如图 4 所示的一部分。该例子假设传输帧的持续时间为 24ms，而每一帧包含 $L = 76$

OFDM 码元。每个 OFDM 码元包括 384 个副载波，每个副载波载有来自经选择的码元字母表（例如，8-PSK 码元字母表）的复合码元。为简化和阐明这种表示，图 1 只示出一个编码调制器 20。每个编码调制器 2 包含多个并联的卷积编码器 32、34 和 36，它们都是已知的。并联的卷积编码器的数目取决于源数据流被划分成的子数据流的数目。已经证明把每个源数据流帧划分成可以具有不同长度的三个子数据流是有利的。把源数据流的这三个并行的子数据流（下面用 0、1 和 2 来识别）提供给卷积编码器 32、卷积编码器 34 和卷积编码器 36，并以预定的码率进行卷积编码。必须按照优化准则选择每个卷积编码器的码率。由于这样做了，注意每个卷积编码器 32、34 和 36 把足够的冗余度引入每个子数据流，以便在接收机中纠错。一般，在已知的 DAB 发射机中使用的速率兼容点卷积码也可以用于对每个子数据流的信息位编码。这不仅简化了 X-DAB 发射机 10 的开发和设计，而且也简化了 X-DAB 接收机的开发和设计，这是由于在 DAB 接收机中使用的 Viterbi 译码器也能用在 X-DAB 接收机中。每个子数据流包含多个比特，其总和等于在一个逻辑源数据流帧中的比特数。这只要求每个卷积编码器 32、34 和 36 以 M 比特每个逻辑帧产生一个编码子数据流。卷积编码器 32、34 和 36 的输出端连至码元变换器 40 的输入端。

图 2 示出编码调制器 20，下面详细解释其功能。把子数据流 0 施加至卷积编码器 32，把子数据流 1 施加至卷积编码器 34，而把子数据流 2 施加至卷积编码器 36。每个卷积编码器确保在该卷积编码器的输出端提供具有 M 比特的一个编码子数据流。每个卷积编码器可以串联一个本质上已知的块交织器。具体是，块交织器 52 接在卷积编码器 32 之后，块交织器 54 接在卷积编码器 34 之后，而块交织器 56 接在卷积编码器 36 之后。但是，块交织器的应用可任选。如图 2 所示，卷积编码器 32、34 和 36 的输出端经块交织器 52、54 和 56 连接至码元变换器 40。在卷积编码器 32、34 和 36 的输出端呈现的每个编码子数据流的比特相继组合为具有三个比特 $b_i^{(0)}$ ， $b_i^{(1)}$ ， $b_i^{(2)}$ 的组或矢量。码元变换器 40 做成例如可将 3 比特组变换为 8-PSK 码元字母表的复合码元。于是码元变换器 40 完成 8-PSK 的调制功能。编码调制器 20 在其输出端提供 8-PSK 码元字母表的复合码元，同时进行对复合码元本身或者它们的 3 比特地址进行处理，后者尤为妥切。

图 5 和 6 示出 8-PSK 调制的两种可供选择的变换规则。图 5 示出自然变换规则，而图 6 示出实用变换规则。如下面所详细解释的，X-DAB 接收机的实现取决

取决于选择何种变换规则。对于优化准则(例如,在接收机译码后能够达到的最小误码率)而言,三级信道编码器 30 和所用的变换规则必须相互协调。然而,这不是本发明的主题。

把在码元变换器 40 输出端呈现的复合码元也能表示为 3 比特地址,把这些码元加至本质上已知的时间交织器 60。X-DAB 发射机的特征是,时间交织器 60 不是像在已知的 DAB 发射机中那样对各比特进行时间交织,而是对各复合码元或它们的三比特地址进行时间交织。如果要同时发射多个源数据流,则必须提供多个并行分支(亦称为 X-DAB 子信道)。每个分支包含一个编码调制器 20 以及一个时间交织器 60,并且连接至 XSC 帧乘法器 70。“XSC”(X-DAB 业务信道)指示于图 4 的传输帧中的 X-DAB 发射机 10 的业务信道。还有一个帧复用器(未示出)可以连接至 XSC 帧复用器 70 的输出端,该复用器通过还有一个编码调制器 20(未示出),而不用下行时间交织器 60,把经过处理的控制数据合并入示于图 4 的传输帧。如图 1 所示,XSC 复用器 70 的输出端连至本质上已知的块发生器 80。块发生器 80 用于把代表一个 OFDM 码元的多个复合码元组合成块。在块发生器 80 的输出端呈现包括预定数目的复合码元的块。在本例中,每个块包含 384 个复合码元,它相应于在一个 OFDM 码元中的副载波的数目。明白这样一点很重要,即,不像已知的 DAB 发射机那样,块发生器 80 不是组合各比特,而是组合复合码元(即,比特组)。可以把块发生器 80 的输出端直接连至本质上已知的频率交织器 90。频率交织器 90 用于消除由移动无线电信道的鉴频特性引起的噪声。把差分调制器 100 连接在频率交织器 90 的下行侧。差分调制器 100 用于调制包含复合码元的每个块的副载波。把块的每个经调制的副载波提供给本质上是已知的 OFDM 信号发生器 110。OFDM 信号发生器的目的是根据每个块经调制的副载波产生模拟 OFDM 信号。换言之,OFDM 信号发生器 110 对每个块提供一个 OFDM 信号,可以将它们视为各自的副载波的累积信号。OFDM 信号发生器 110 通常包括用于进行离散逆富里埃变换的装置和 D/A 变换器。OFDM 信号发生器 110 的输出能够通过发射装置广播至许多个接收装置。注意,频率交织器 90、差分调制器 100 以及 OFDM 信号发生器 110 都用与已知的 DAB 发射机的相应的功能装置几乎一样的方式工作。因此无需详细描述这些功能装置。

如图 1 所示,X-DAB 发射机 10 被合并已在已知的 DAB 发射机中。已知的 DAB 发射机包含形成发射机部分 130 的已知部件,具体是,包含对控制数据编码的卷

积编码器 135、对源数据流编码的卷积编码器 137、时间交织器 140、DAB-MSC 帧复用器、附加的帧复用器 150、块发生器 155、码元变换器 160, 以及 DAB 发射机和 X-DAB 发射机 10 共用的频率交织器 90、差分调制器 100 和 X-DAB 发射机 110。由于 DAB 发射机一般是已知的, 因此这里不详细解释各个功能装置。然而, 注意这样一点很重要, 即, 码元变换器 160 连接在块发生器 155 的下行侧。因此, 已知 DAB 发射机 130 的卷积编码器 137、时间交织器 140 和块发生器 155, 以及 90、100 和 110, 以逐个比特的方式而不是以复合码元的形式处理数据流。为了按照本发明将 X-DAB 发射机 10 合并入已知的 DAB 发射机 130、90、100 和 110, 提供块乘法器 170, 它以预定的方式, 将 X-DAB 发射机 10 的块与 DAB 发射机 1 的块合并为图 4 所示的传输帧。

图 1 还示出用于产生同步数据的装置 120, 该装置也连接至 OFDM 信号发生器 110。

现在让我们考察能够由图 1 所示的 X-DAB 发射机产生的传输帧的示意图。例如, 相应于 76 个 OFDM 码元, 示于图 4 的帧包括 $L=76$ 块。把每个发射帧划分为三个序贯的部分: 同步信道, 它在同步信道发生器 120 中产生, 并且在帧中占据第一块; 控制信道 FIC(快信息信道), 它占据第 2 块至第 $I+1$ 块; 主业务信道 MSC, 它被包含在第 $I+2$ 块至第 L 块中。为了简单起见, 在图中未示出同步信道中的任何零码元。在主业务信道 MSC 中, 能够把声音节目和数据业务嵌入分配给各个数据源的子信道。由于在 DAB 发射机和 X-DAB 发射机 10 中, 对同步信道和控制信道作相同的安排较有利, 包括在其中的信息能够由已知的 DAB 接收机和按照本发明的 X-DAB 接收机估值。主业务信道 MSC 的至少一部分被 XSC 信道占据, 例如, 它可以包含来自一个或多个源或者要被 X-DAB 发射机 10 发射的子信道的高速视频数据。在图 4 中, 把按照 DAB 标准要在传输帧中发射的子信道标为 DAB-MSC。如上所述, 由于在 FIC 信道中发射的控制数据不变, 即使它是由 X-DAB 发射机 10 产生的, 已知的 DAB 接收机也能够对控制数据译码, 并且根据包含在其中的信息, 对在传输帧中按标准 DAB 格式发射的子信道 DAB-MSC 检波和译码。但是, 不可能对 XSC 信道译码。MSC 复用器 145、帧复用器 150、XSC 帧复用器 70 以及块复用器 170, 确保在 DAB 发射机部分 130 和 X-DAB 发射机 10 中产生的业务块 DAB-MSC 或 XSC 按规定的顺序插入示于图 4 的传输帧。例如, 多个 DAB-MSC 块位于图 4 所示的传输帧的主业务信道 MSC 中的 XSC 块的前后。在由块复用器 170 作多块复用

之后，对两种类型的块一起进行上面提到的每个 DAB-MSK 和 XSK 块中的复合码元的频率交织、差分调制，并产生 OFDM 信号。

由于按照本发明的 X-DAB 发射机 10 实现向下兼容，由 DAB 发射机或者 X-DAB 发射机 10 产生的数据块能够在图 4 所示的传输帧中发射。

图 3 示出例如对数据流译码的三级译码器 180，该数据流在发射机侧经受了 8-PSK 编码调制。三级译码器是按照本发明的数字 OFDM 多载波接收机(下面称为 X-DAB 接收机)的一个重要部分。

X-DAB 接收机具有与传统的 DAB 接收机相同的功能部分。这包括由 A/D 转换器以及用于进行离散富里埃变换的装置组成的 OFDM 解调器。差分解调器和频率去交织器连接在 OFDM 解调器的下行侧。用于去除块结构的装置跟在频率去交织器之后。于是在此装置的输出端呈现复合码元的序列。复合码元通过去复用器，它对来自不同的源数据流的复合码元进行时分去复用。下行时间去交织器的功能基本上与已知的 DAB 接收机的已知的时间去交织器的功能相同，其主要区别仅在于，前者不是对各个的比特进行处理，而是对复合码元(即，比特组)进行处理。为了对 X-DAB 块译码，把示于图 3 的进行 8-PSK 编码调制的三级译码器 180 接在时间去交织器的下行侧。为了恢复已发射的源数据流的三个子数据流 0、1 和 2，三级译码器 180 需要三个并联的度量计算器 190、195 和 200。可以将可选的块去交织器 205、215 和 225 连接在每个度量计算器的下游。把每个度量计算器 190、195 和 200 直接或者通过各自的块去交织器 205、215 和 225 连至卷积译码器 230、232 和 234。根据 X-DAB 发射机 10 的码元变换器 40 所执行的变换规则，把卷积译码器 230、232 和 234 的输出通过分配的互补卷积编码器 240 和 245 反馈至度量计算器。如果码元变换器 40 进行实用变换，则卷积译码器 230 通过互补卷积编码器 240 和块交织器 210 反馈至度量计算器 200。卷积译码器 232 也通过互补卷积编码器 245 和块交织器 220 反馈至度量计算器 200。如果码元变换器 40 进行自然变换，则卷积译码器 230 必须通过互补卷积编码器 240 和块交织器 210 连至度量计算器 195。接下来，卷积译码器 232 必须通过互补卷积编码器 245 和块交织器 220 连至度量计算器 200。术语“度量”指从复合接收码元至在复合级适应变换规则的判定阈值的距离，可能用可靠性或信道状态标志加权。

下面讲述当示于图 4 的发射帧有“本地窗口”时，按照本发明的 X-DAB 传输系统与已知的 DAB 传输系统相比所具有的又一个优点。可以用 OFDM 方法来建立

同时广播网，这意味着从相邻的发射台以相同的频率广播节目集合不会产生用传统的 FM 广播接收机时出现的干扰。为了在 DAB 传输系统中用许多本地节目来模仿典型的 FM 广播结构，从单频广播模式中去除了图 4 的传输帧的主业务信道 MSC 的相关部分，并且在各别的发射点把本地节目注入这个本地窗口。DAB 标准的 4-PSK 变换规则在这里具有不利的作用。例如，OFDM 码元副载波上的 4-PSK 码元可能分配给两个子信道，即，两个不同的数据源。因此，不可能在 OFDM 码元内对本地窗口划界而不产生干扰。因此，对于单频广播，必须经常由填充比特来扩展主业务信道 MSC 的范围，直至占据一个完整的 OFDM 码元。

按照本发明的 X-DAB 传输系统通过在时间交织器 60 进行时间交织操作之前在码元变换器 40 中进行 2^N -PSK 调制，建立与所述节目的直接联系，来避免这一缺点。当完成本地窗口时，于是单频广播与本地节目之间的子信道界限可以位于 OFDM 码元内而不干扰单频广播接收。因此能够用 X-DAB 传输系统通过更有效地使用带宽来完成本地窗口。

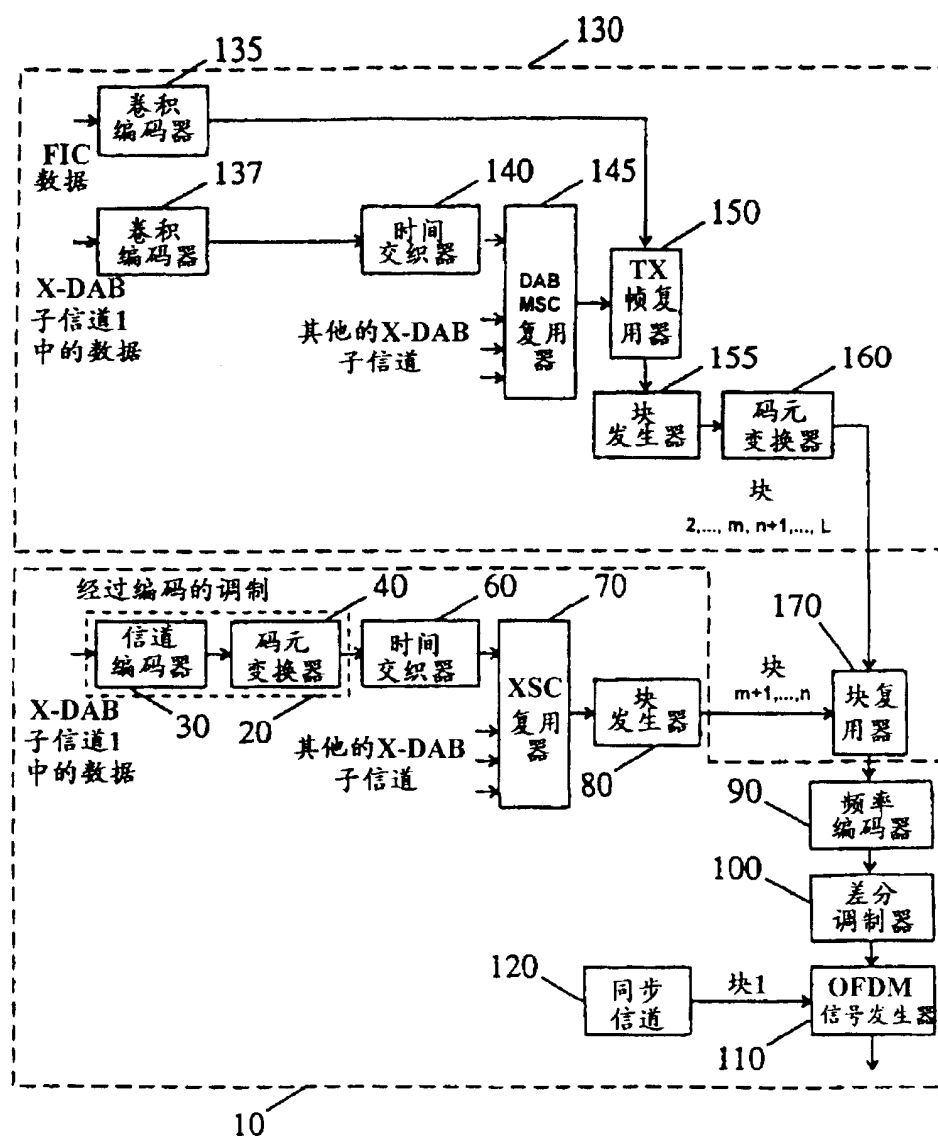


图 1

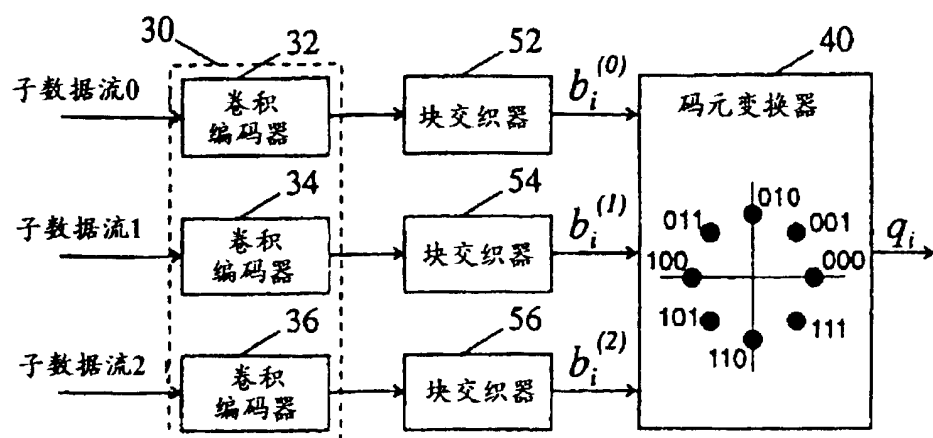


图 2

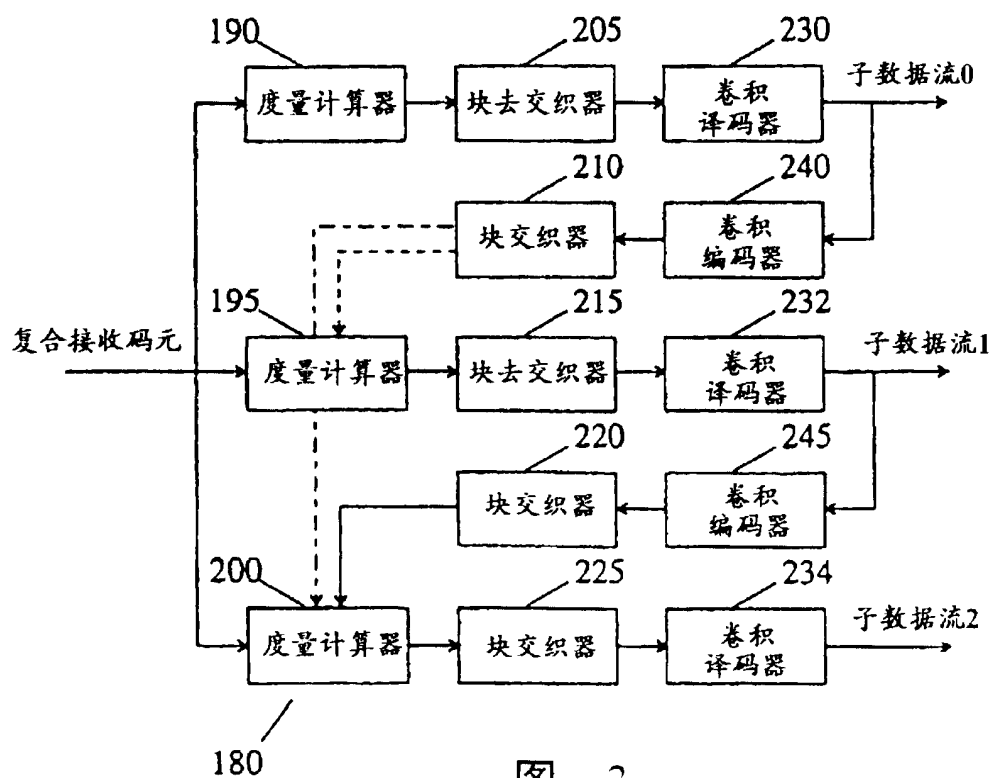


图 3

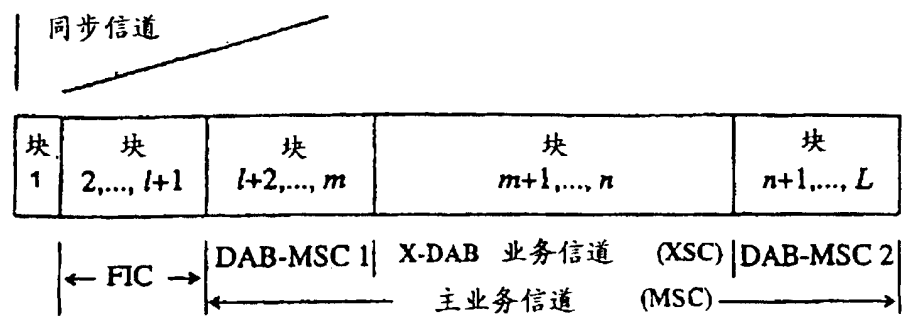


图 4

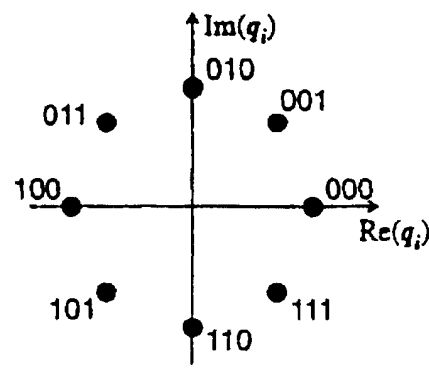


图 5

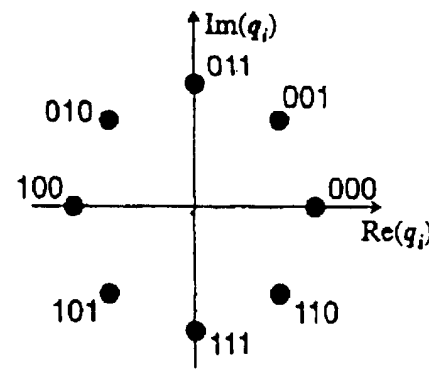


图 6