

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04L 1/02 (2006.01)

H04L 1/06 (2006.01)

H04B 7/04 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00820123.4

[45] 授权公告日 2008年7月30日

[11] 授权公告号 CN 100407612C

[22] 申请日 2000.11.22 [21] 申请号 00820123.4

[86] 国际申请 PCT/RU2000/000475 2000.11.22

[87] 国际公布 WO2002/043314 英 2002.5.30

[85] 进入国家阶段日期 2003.7.17

[73] 专利权人 北方电讯网络有限公司

地址 加拿大魁北克省

[72] 发明人 R·R·王 M·贾

Y·S·欣纳科夫 A·M·克罗马

M·G·巴库林

V·B·克赖因德林

[56] 参考文献

US5907592A 1999.5.25

CN194506A 1998.9.30

US5907582A 1999.5.25

审查员 王志伟

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 杨凯 罗朋

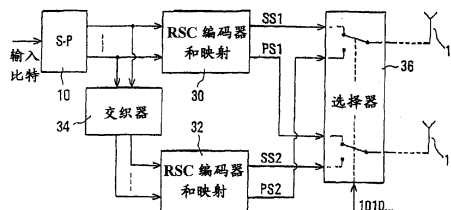
权利要求书5页 说明书18页 附图5页

[54] 发明名称

特播时空格形编码的方法和装置

[57] 摘要

为采用多个发射天线(16、18)的时空分集提供一种特播编码装置,其中包括两个递归系统卷积编码器(30、32),向其中之一直接提供输入比特,向另一个提供在相应符号间隔中比特分组的交织(34)之后的信息比特。编码器所产生且包含系统和奇偶校验信息的符号在连续符号间隔中交替地提供给到天线的通路,以便提供时空分集。对于2和4个天线以及各种卷积码说明了一些装置,并且还说明了一种迭代解码器。



1. 一种为要从数量为 T 的多个天线发送的信息提供时空分集的方法，包括以下步骤：

在多个连续符号间隔的每一个中，在两个递归系统卷积编码器每一个的输出上产生包含系统信息和奇偶校验信息的 T 个符号，向所述编码器之一直接提供输入比特，以及在交织块中对各个符号间隔中的比特分组进行交织之后向另一个编码器提供所述信息比特；以及

在第一映射和第二不同映射之间进行选择，在相应的交替符号间隔中，每一个映射包括在所述编码器的输出上所产生的所述符号中的 T 个符号，用于提供给 T 个天线，以便提供所述时空分集，所述交织和映射经过设置，以便全部系统信息交替地选自相应的一个编码器。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第一映射选择来自所述编码器之一的 T 个符号，以及所述第二映射选择来自所述另一个编码器的 T 个符号。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于， $T=2$ 以及在各个符号间隔中，各编码器产生系统信息符号和奇偶校验信息符号，其中所述第一映射把来自所述编码器之一的所述系统信息符号和所述奇偶校验信息符号分别提供给第一和第二天线，以及所述第二映射把来自所述另一个编码器的所述系统信息符号和所述奇偶校验信息符号分别提供给所述第二和第一天线。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于， T 为偶数，以及在各个符号间隔中，各编码器产生 $T/2$ 个系统信息符号以及 $T/2$ 个奇偶校验信息符号。

5. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于， T 为偶数，以及在各个符号间隔中，各编码器产生 $T/2$ 个系统信息符号以及 $T/2$ 个奇偶校验信息符号。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，各编码器在各符号

间隔中所产生的所述 T 个符号包括含有系统信息和奇偶校验信息的至少一个符号。

7. 如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 各编码器在各符号间隔中所产生的所述 T 个符号包括含有系统信息和奇偶校验信息的至少一个符号。

8. 如权利要求 1、2、4、5、6 或 7 所述的方法, 其特征在于, $T=2$ 。

9. 如权利要求 1、2、4、5、6 或 7 所述的方法, 其特征在于, $T=4$ 。

10. 如权利要求 1 至 7 中任一项所述的方法, 其特征在于包括改变来自所述两个编码器的符号相对彼此的相位的步骤。

11. 如权利要求 8 所述的方法, 其特征在于包括改变来自所述两个编码器的符号相对彼此的相位的步骤。

12. 如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于包括改变来自所述两个编码器的符号相对彼此的相位的步骤。

13. 如权利要求 1 至 7 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述交织比特组均包含 m 个比特, 其中 m 为整数, 并且在所述编码器的输出上产生的符号包含 M-PSK 符号, 其中 $M=2^m$ 。

14. 如权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 所述交织比特组均包含 m 个比特, 其中 m 为整数, 并且在所述编码器的输出上产生的符号包含 M-PSK 符号, 其中 $M=2^m$ 。

15. 如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 所述交织比特组均包含 m 个比特, 其中 m 为整数, 并且在所述编码器的输出上产生的符号包含 M-PSK 符号, 其中 $M=2^m$ 。

16. 如权利要求 10 所述的方法, 其特征在于, 所述交织比特组均包含 m 个比特, 其中 m 为整数, 并且在所述编码器的输出上产生的符号包含 M-PSK 符号, 其中 $M=2^m$ 。

17. 如权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 所述交织比特组均

包含 m 个比特，其中 m 为整数，并且在所述编码器的输出上产生的符号包含 M -PSK 符号，其中 $M=2^m$ 。

18. 如权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述交织比特组均包含 m 个比特，其中 m 为整数，并且在所述编码器的输出上产生的符号包含 M -PSK 符号，其中 $M=2^m$ 。

19. 一种编码装置，包括：

第一和第二递归系统卷积编码器，每个编码器经过设置，用于在多个连续符号间隔中的每一个中从为其提供的 m 个比特中产生 T 个符号，其中 m 为整数；

交织器，设置成对交织块中各 m 个输入比特的分组进行交织，其中采用偶到偶和奇到奇、或者偶到奇和奇到偶的位置映射；

提供给所述第一编码器和所述交织器的输入比特，以及从所述交织器提供给所述第二编码器的交织比特；以及

选择器，设置成交替选择 T 个由所述第一递归系统卷积编码器产生的符号以及 T 个由所述第二递归系统卷积编码器产生的符号，并在交替符号间隔中将所选择的 T 个符号提供给 T 个输出路径中的相应路径，在所述交替符号间隔的每一个中所选择的所述 T 个符号包含来自相应的一个编码器的全部系统信息。

20. 如权利要求 19 所述的编码装置，其特征在于，各编码器产生 M -PSK 符号，其中 $M=2^m$ 。

21. 如权利要求 19 所述的编码装置，其特征在于， T 为偶数，以及在各符号间隔中，各编码器产生 $T/2$ 个系统信息符号和 $T/2$ 个奇偶校验信息符号，所述选择器被设置成在连续符号间隔中交替为各输出路径提供系统信息符号和奇偶校验信息符号。

22. 如权利要求 20 所述的编码装置，其特征在于， T 为偶数，以及在各符号间隔中，各编码器产生 $T/2$ 个系统信息符号和 $T/2$ 个奇偶校验信息符号，所述选择器被设置成在连续符号间隔中交替为各输出路径提供系统信息符号和奇偶校验信息符号。

23. 如权利要求 19 所述的编码装置, 其特征在于, 各编码器在各符号间隔中产生包含系统信息和奇偶校验信息的至少一个符号。

24. 如权利要求 20 所述的编码装置, 其特征在于, 各编码器在各符号间隔中产生包含系统信息和奇偶校验信息的至少一个符号。

25. 如权利要求 19 至 24 中任一项所述的编码装置, 其特征在于, $T=2$ 。

26. 如权利要求 19 至 24 中任一项所述的编码装置, 其特征在于, $T=4$ 。

27. 如权利要求 19 至 24 中任一项所述的编码装置, 其特征在于包括相位旋转器, 用于提供所述两个编码器之一所产生的符号的 $\pi/2$ 相位旋转。

28. 如权利要求 25 所述的编码装置, 其特征在于包括相位旋转器, 用于提供所述两个编码器之一所产生的符号的 $\pi/2$ 相位旋转。

29. 如权利要求 26 所述的编码装置, 其特征在于包括相位旋转器, 用于提供所述两个编码器之一所产生的符号的 $\pi/2$ 相位旋转。

30. 一种解码装置, 用于以迭代方式对通过权利要求 19 的编码装置进行编码的接收符号进行解码, 包括:

第一和第二软输出解码器, 用于响应输入矢量和软输入信息, 分别对由所述第一和第二递归系统卷积编码器进行的编码进行解码;

交织器, 对应于所述编码器的所述交织器, 设置成将来自所述第一解码器的软输出信息作为软输入信息耦合到所述第二解码器;

去交织器, 与所述交织器相反, 设置成将来自所述第二解码器的软输出信息作为软输入信息耦合到所述第一解码器;

选择器, 设置成在连续符号间隔中将接收信号矢量和零输入矢量作为所述输入矢量交替提供给所述第一和第二解码器;

其中, 在某迭代次数之后得到解码输出。

31. 一种以迭代方式对包含通过权利要求 1 所述的方法进行编码的符号的接收信号进行解码的方法, 包括以下步骤:

在连续符号间隔中将从所述接收信号确定的接收信号矢量和零输入矢量作为输入矢量交替提供给两个解码器，用于分别对所述两个递归系统卷积编码器所进行的编码进行解码；

以与编码方法中相同的方式，把对应于所述编码器之一的所述解码器之一的软输出进行交织，从而向所述另一个解码器提供软输入；

与交织相反，对所述另一个解码器的软输出进行去交织，以便向所述解码器之一提供软输入；

其中，在某迭代次数之后得到解码输出。

特播时空格形编码的方法和装置

本发明涉及采用通常所说的特播时空(ST)以及格形编码(TC)或格形编码调制(TCM)技术的组合的例如蜂窝无线通信系统的通信。

发明背景

众所周知,无线通信信道易受时变多径衰落的影响,并且比较难以提高多径衰落信道的质量或降低其有效误码率。虽然已知用于减小多径衰落影响的各种技术,但其中的若干种(例如提高发射机功率或带宽)往往与无线通信系统的其它要求矛盾。已经发现的一种有利技术是天线分集,它在系统的发射机上和/或在接收机上采用两个或两个以上天线(或信号极化)。

在蜂窝无线通信系统中,各基站通常为多个远程(固定或移动)装置提供服务,其特征(例如大小和位置)更有利于天线分集,所以希望在至少一个基站上实现天线分集,而在远程装置上具有或没有天线分集。在这种情况下,至少对于来自基站的通信,这产生发射分集,即信号从两个或两个以上发射天线发出。

S.M.Alamouti 的“用于无线通信的简单发射分集技术”(IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 第 16 卷,第 8 期,第 1451-1458 页,1998 年 10 月)描述了采用时空分组编码(STBC)的简单发射分集方案。对于两个发射天线的情况,复合符号 s_0 和 $-s_1^*$ 从一个天线依次发出,同时复合符号 s_1 和 s_0^* 从另一天线依次发出,其中*表示复共轭。这些发射符号构成通常所说的时空码组。

同样已知的还有使用各种编码方案以增强通信。在这些方案中,已认识到,通常所说的特播编码(并行级联卷积编码)使迭代解码方法能够获得接近 AWGN(加性高斯白噪声)通信信道的香农极限的结果。

特播编码器采用通常相同的两个递归系统卷积(RSC)分量编码器,待发送信号直接提供给分量编码器之一,并经由交织器提供给另一个分量编码器。因此,通常希望将特播和时空编码技术结合在同一发射机中。

V.Tarokh 等人的“用于高数据速率无线通信的时空编码:性能标准和代码结构”(IEEE Transactions on Information Theory, 第44卷,第2期,第744-765页,1998年3月)描述了各种卷积码或格码,它们可与两个或两个以上发射天线配合使用,以便提供格形(卷积)编码和时空编码的优势。虽然这些编码被认为对于最大分集增益是最佳的,但它们对于编码增益不一定是最佳的。此外,这些编码是非递归的。相反,已经证明采用递归编码获得特播编码的最佳效率。因此, Tarokh 等人所述的编码不适用于特播编码方案。

P. Robertson 等人的“采用删截分量代码的带宽效率高的特播格形编码调制”(IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 第16卷,第2期,第206-218页,1998年2月)描述了采用 Ungerboeck 和多维 TCM 分量代码的特播编码器,其中,交织器对各 m 个信息比特的分组进行操作。对于与 m 个信息比特的分组对应的各个步骤,与各分量编码器相关的信号映射器产生 n 个符号,其中 $n=D/2$, D 为信号集维数;例如 $D=2$ 或 4 , 以及 $n=1$ 或 2 。 n -符号去交织器对来自第二分量编码器的输出符号进行去交织,选择器交替为相继步骤选择从第一分量编码器输出的符号以及来自去交织器的符号,并将其提供给单输出路径。这个方案没有提供发射分集,并且该文献未涉及到时空编码。

G.Bauch 的“时空分组码的级联以及‘特播’-TCM”(Proceedings of the International Conference on Communications, ICC' 99, 第1202-1206页,1999年6月)描述了两种类型的特播格形编码调制(TCM)编码器,其输出提供给时空分组编码器,使特播-TCM 和 STBC 方案只是彼此级联。这两种类型的特播 TCM 编码器之一如 Robertson 等人所述(对其进行了详细引用),如上所述,采用 Ungerboeck 编码并在映射功能的输出上提供一个符号,但 Bauch 对此进行的说明没有表明符号去交织

器。Bauch 的这个公开没有讨论多维分量编码。

还需要提供在无线通信中的进一步改善。

发明概述

根据一个方面，本发明提供一种为要从 T 个天线发送的信息提供时空分集的方法，包括以下步骤：在多个连续符号间隔的每一个中，在两个递归系统卷积编码器每一个的输出上产生包含系统信息和奇偶校验信息的 T 个符号，向编码器之一直接提供输入比特，以及在交织块中对各个符号间隔的比特分组进行交织之后向另一个编码器提供所述信息比特；以及选择第一和第二种不同的映射，在相应的交替符号间隔中，在编码器的输出上所产生的所述符号中的 T 个符号中的每一个用于提供给 T 个天线，以便提供所述时空分集，交织和映射经过设置，以便为交织块中的所有输入比特选择系统信息。

最好是，第一映射从一个编码器中选择 T 个符号，以及第二映射从另一个编码器中选择 T 个符号。

在以下所述的本发明的一个实施例中， $T=2$ ，并且在各符号间隔中，各编码器产生系统信息符号和奇偶校验信息符号，第一映射把来自一个编码器的系统信息符号和奇偶校验信息符号分别提供给第一和第二天线，以及第二映射把来自另一个编码器的系统信息符号和奇偶校验信息符号分别提供给第二和第一天线。因此这是一种情况的实例，在这种情况下， T 为偶数，并且在各符号间隔中，各编码器产生 $T/2$ 个系统信息符号和 $T/2$ 个奇偶校验信息符号。

或者，各编码器在各符号间隔中所产生的 T 个符号可包括含有系统和奇偶校验信息的至少一个符号。

该方法还可包括以下步骤：改变来自两个编码器的符号相对彼此的相位，尤其是对其中一个编码器的输出上的符号提供 $\pi/2$ 的相位旋转。当 $t>2$ 、例如 $T=4$ 时，这可能是特别需要的。

交织比特组最好是每一个包含 m 个比特，其中 m 为整数，并且在

编码器的输出上产生的任何符号包含 M-PSK 符号，其中 $M=2^m$ 。

本发明的另一方面提供一种编码装置，包括：第一和第二递归系统卷积编码器，它们均设置成在多个连续符号间隔中的每一个中从提供的 m 个比特中产生 T 个符号，其中 m 为整数；交织器，设置成对交织块中的各 m 个输入比特的分组进行交织，其中采用偶到偶和奇到奇或者偶到奇和奇到偶的位置映射；输入比特提供给第一编码器以及交织器，交织比特从交织器提供到第二编码器；以及选择器，设置成在交替的符号间隔中将来自编码器的 T 个符号中的不同符号提供给 T 个输出路径中的相应路径，在各个交替符号间隔中所选择的 T 个符号包含来自相应的一个编码器的所有系统信息。

这样，本发明的方法和编码装置提供了采用递归系统卷积分量编码器的特播编码与用于发射分集的时空编码的所需组合。

本发明还提供一种解码装置，用于以迭代方式对上述编码装置所编码的接收符号进行解码，包括：第一和第二软输出解码器，用于响应输入矢量和软输入信息，分别对所述第一和第二递归系统卷积编码器进行的编码进行解码；交织器，对应于编码器的交织器，设置成将来自第一解码器的软输出信息作为软输入信息连接到第二解码器；去交织器，与所述交织器相反，设置成将来自第二解码器的软输出信息作为软输入信息连接到第一解码器；以及选择器，设置成在连续符号间隔中交替地将接收信号矢量和零输入矢量作为输入矢量提供给第一和第二解码器。

本发明还提供一种以迭代方式对包含通过上述方法编码的符号的接收信号进行解码的方法，包括以下步骤：在连续符号间隔中交替地将接收信号矢量和零输入矢量作为输入矢量提供给两个解码器，用于分别对所述两个递归系统卷积编码器进行的编码进行解码；以与编码方法相同的方式把对应于所述一个编码器的一个解码器的软输出进行交织，从而将软输入提供给另一个解码器；以及与交织相反，对所述另一个解码器的软输出进行去交织，从而将软输入提供给所述一个解

码器。

附图简述

通过以下参照附图进行的说明，将会进一步理解本发明，其中作为示例：

图 1 说明一种已知的时空分组编码(STBC)发射机的组成部分；

图 2 说明一种 QPSK 符号的已知信号点星座；

图 3 说明一种已知的特播编码器；

图 4 说明根据本发明的一个实施例、采用两个发射天线的发射机的特播时空格形编码调制(STTCM)编码装置的组成部分；

图 5 说明卷积或格形编码器的一般形式；

图 6 说明一种可用于图 4 的装置中的 4-态格形编码器；

图 7 说明一种可用于图 4 的装置中的 8-态格形编码器；

图 8 说明一种可用于图 4 的装置中的 16-态格形编码器；

图 9 说明用于具有四个发射天线的发射机的特播 STTCM 编码装置中的 4-态格形编码器；

图 10 说明用于发射机的一种编码装置的组成部分，其中图 9 的编码器可根据本发明的另一个实施例来使用；以及

图 11 说明与图 4 或图 10 的装置配合使用的接收机和解码装置的组成部分。

详细说明

参照附图，图 1 说明一种已知的时空分组编码(STBC)发射机的组成部分。为了使各个附图中的标号简洁起见，仅给出完全理解先有技术以及本发明的实施例所需的部分。

图 1 的发射机包括串-并(S-P)转换器 10、M-PSK 映射功能 12 以及时空分组编码器(STBC)14，该编码器经由发射机功能、如图 1 中未标明但以虚线表示的上变频器和功率放大器将输出提供给提供发射分集

的至少两个天线 16 和 18。S-P 转换器 10 得到待传递的信息输入比特，并且在到 M-PSK 映射功能 12 的两条或更多并行线路上产生输出比特，M-PSK 映射功能 12 从并行比特中产生等能量信号星座的顺序符号 x_1, x_2, \dots 。

例如，如图 1 所示，映射功能 12 可将来自 S-P 转换器 10 的每种情况下的 2 个输入比特的格雷码映射提供给图 2 所示 QPSK(正交相移键控)信号点星座的 $M=4$ 个信号点中相应的信号点，其中信号点分别标识为 0 至 3。为简便起见，在整个说明中假定格雷码 QPSK 映射，但是可以理解，映射功能 12 能够对具有任何所需数量 M 的相位状态的信号点星座提供任何所需映射；例如 $M=2$ (为此不需要 S-P 转换器 10)、4 或 6。

复数所表示的 QPSK 符号 x_1, x_2, \dots 提供给 STBC 14，为简洁起见，在图 1 中表示为对相应发射天线 16 和 18 具有两个输出，但也可对相应较大数量的发射天线具有两个以上的输出。对于所示的两个天线的情况，STBC 14 从提供到其输入端的各连续符号对 x_1 和 x_2 形成符号的时空分组，如图 1 所示。

更具体地说，STBC 功能由 $T \times T$ 正交矩阵 H_x 表示，其中 T 是发射天线的数量，从而也是 STBC 14 的符号输出的数量。对于图 1 所示 $T=2$ 的情况，

$$H_x(x_1, x_2) = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 \\ -x_2^* & x_1^* \end{bmatrix}$$

根据这个矩阵 H_x ，对于提供给 STBC 14 的输入端的各对 PSK 符号 x_1 和 x_2 ，在第一符号间隔中，为天线 16 提供符号 x_1 以及为第二天线 18 提供符号 x_2 ，在第二符号间隔中，为第一天线 16 提供符号 $-x_2^*$ 以及为第二天线 18 提供符号 x_1^* ，其中 $*$ 表示复共轭。因此各对中的两个 PSK 符号以不同形式从不同天线在不同时间发送两次，从而提供空间和时间分集。可以看到，矩阵 H_x 的各列表示在连续间隔中从相应天线发送的符号，各行则表示相应符号发送间隔。

参照图 3, 已知的特播(并行级联卷积)编码器包括: 两个递归系统卷积(RSC)编码器 20 和 22, 它们称作特播编码器的成分或分量编码; 交织器 24; 以及选择器 26。输入比特提供给一个编码器 20 的输入端, 该编码器在其输出端上产生与输入比特相同的系统比特 S1 以及奇偶校验比特 P1。输入比特也提供给交织器 24 并由其进行交织, 交织比特提供给另一个编码器 22 的输入端, 该编码器在其输出端上产生与交织输入比特相同的系统比特 S2 和奇偶校验比特 P2。两个编码器 20 和 22 的输出提供给选择器 26 的输入端, 不过, 如图 3 所示, 通常未连接编码器 22 的系统比特输出端, 因为在此输出端上的交织比特绝不会被选择器 26 所选择。

选择器 26 分别从编码器 20 和 22 中选择全部系统比特 S1 以及部分或全部奇偶校验比特 P1、P2, 并将它们作为输出比特提供给特播编码器的输出端。奇偶校验比特的选择取决于编码器的速率。例如, 对于速率 $1/3$ (对于每个输入比特有 3 个输出比特)编码器, 选择器 26 可选择全部奇偶校验比特 P1 和 P2。对于速率 $1/2$ (对于每个输入比特有 2 个输出比特)编码器, 选择器 26 可交替选择奇偶校验比特 P1 和 P2, 从而仅输出一半奇偶校验比特 P1 和一半奇偶校验比特 P2, 这个过程称作删截。

在发明背景中引用的特播 TCM 装置(Robertson 等人)中, 交织器 24 对各个 m 个比特的分组进行操作, 它们在各分量编码器(20、22)的输出上映射为例如结合了系统和奇偶校验信息的 PSK 符号。来自第二分量编码器(22)的符号由符号去交织器进行去交织, 输出选择器交替选择从第一分量编码器(20)和去交织器输出的符号。这种情况下的交织器(以及随后的去交织器)必须提供偶对偶以及奇对奇(或偶对奇以及奇对偶)的位置映射。

发明背景中引用的级联 SBTC 和特播码(Bauch)装置中, 如图 3 所示的特播编码器的输出比特实际上作为输入比特提供给如图 1 所示的时空分组编码器, 或者来自如 Robertson 等人所述的特播 TCM 编码器

的输出符号作为输入符号提供给 STBC 编码器 14, 如以上参照图 1 所述。

图 4 说明根据本发明的一个实施例、采用两个发射天线的发射机所用的特播时空格形编码调制(STTCM)编码装置的组成部分。对于图 1 所示的情况, 两个天线标号为 16 和 18, 待传递信息的输入比特提供给 S-P 转换器 10, 它也通过用于 QPSK 符号传输的两个输出来说明。图 4 的其余部分表示特播 STTCM 编码装置, 它包括: 两个 RSC 编码器和映射功能 30 和 32; 交织器 34; 以及选择器 36, 它具有用于到两个天线 16 和 18 的相应传输路径的两个输出。RSC 编码器和映射功能 30 和 32 的输入上的虚线表示它们以及交织器 34 可具有用于非 QPSK 符号的不同数量的输入, 如上所述。

从 S-P 转换器 10 并行提供的比特由交织器 34 以分组形式(本例中是以成对形式)进行交织。提供给功能 30 的非交织比特对和提供给功能 32 的交织比特对由这些功能进行编码, 并映射成 QPSK 符号, 下面将进一步说明。因此, 功能 30 在其两个输出端产生表示对应于输入比特的系统信息的 QPSK 符号 SS1 以及表示功能 30 的递归卷积编码所产生的奇偶校验信息的 QPSK 符号 PS1。同样, 功能 32 在其两个输出上产生表示对应于由交织器 34 以比特对进行交织的输入比特的系统信息的 QPSK 符号 SS2 以及表示功能 32 的递归卷积编码从交织输入比特对中所产生的奇偶校验信息的 QPSK 符号 PS2。虽然为简便起见在此假定 RSC 编码和映射功能 30、32 是相同的, 对于以上参照图 3 所述的特播编码器的分量编码器的情况通常是这样, 但这不一定始终这样, 这些功能也可彼此不同。

选择器 36 通过以符号(比特对)率交替为一和零(所述情况为 1010...)的控制信号来控制, 并执行选择和删截功能, 如图 4 的选择器 36 中的开关所示。在控制信号的第一状态, 例如当控制信号为二进制 1 时, 选择器 36 的开关状态如图 4 所示, 其中来自 RSC 编码器和映射功能 30 的系统符号 SS1 和奇偶校验符号 PS1 分别提供给到发射天线

16、18 的输出通路，未使用功能 32 的输出 SS2 和 PS2。在控制信号的第二状态，例如当控制信号为二进制 0 时，选择器 36 的开关具有其相反的状态，其中来自 RSC 编码器和映射功能 32 的系统符号 SS2 和奇偶校验符号 PS2 分别提供给到发射天线 18、16 的输出通路，未使用功能 30 的输出 SS1 和 PS1。

可以理解，通过选择器 36 交替选择非交织系统符号 SS1 和交织系统符号 SS2，以便确保所有系统信息被发送，就需要交织器 34 将其输入端的偶数位置映射到其输出端的偶数位置以及将其输入端的奇数位置映射到其输出端的奇数位置(或者偶到奇以及奇到偶的位置映射)，正如上述 Robertson 等人的方案的情况一样。设置交织器 34 以相应地提供这种映射。

从以上说明以及从图 4 中可以理解，装置 30、32、34 和 36 是以特播编码器的方式来设置的，为此，功能 30 和 32 提供特播编码器所需的递归卷积编码，选择器 36 将特播编码器的选择和删截功能与采用两付天线 16、18 的发射分集所用的时空分组编码器的功能相结合。由交织器 34 进行的偶到偶和奇到奇(或偶到奇和奇到偶)位置映射确保表示所有输入比特的系统符号随时间(即在各交织块中)被发送，而不管单独应用于系统符号 SS1 和 SS2 的删截。这样，装置 30、32、34 和 36 提供了特播编码、递归格形编码调制以及时空编码的组合功能。

需要确定所希望的递归格形或卷积编码，从而确定功能 30、32 的构成，用于以上参照图 4 所述的装置中。编码过程可通过各种方式来说明，下面所采用的一种方式是通过编码器状态和输出矩阵来进行的。

对于具有 N 个状态并被提供具有 M 个可能值(例如在本说明中，对于 QPSK 的成对输入比特， $M=4$)的输入符号的编码器，编码器状态矩阵 B 是 $N \times M$ 矩阵(N 行和 M 列)，其元素 $B(i,j)$ 确定下一个符号的编码器状态，取决于等于从 0 至 $N-1$ 的整数的 i 所表示的当前状态，并且还取决于等于从 0 至 $M-1$ 的整数的 j 所表示的当前输入符号。编码

器输出矩阵 C 也是 $N \times M$ 矩阵, 其元素 $C(i,j)$ 确定在当前编码器状态和当前输入符号同样分别由 i 和 j 表示时所产生的输出符号。

对于具有用于供给相应数量天线的 T 个输出通路的编码器, 定义另一个编码器输出矩阵 Z , 它也是 $N \times M$ 矩阵, 由矩阵 C 导出, 具有元素 $Z(i,j)$, 其中 i 和 j 与以上定义相同。各元素 $Z(i,j)$ 由标识提供给各天线的信号的 T 个 Q 相关符号构成, 其中 Q 由调制类型确定, 例如对于 QPSK, $Q=4$ 。这样, 各元素由标识提供给天线 t 的信号 T 个 Q 相关符号 $Z_t(i,j)$ 构成, 其中 t 为从 0 到 $T-1$ 的整数。

通过从编码器输出到用于传输的信号点星座的映射功能来进一步说明编码过程。为简便起见, 在以下说明中, 假定这种映射功能如以上参照图 2 所述, 即用于 QPSK 符号的格雷码映射。

虽然对于以上述方式概述的实现能够完整地描述编码过程, 但不足以对代码进行分类。为了后一目的, 卷积码可由以下公式来描述:

编码器状态矩阵公式:

$$\Phi_{i+1} = W\Phi_i \oplus GU_i$$

以及编码器输出矩阵公式:

$$Z_i = H_\phi \Phi_i \oplus H_u U_i$$

其中, Φ_i 是当前编码器状态的 n 维二进制矢量并且 $n = \log_2(N)$, U_i 是 m 维二进制输入矢量并且 $m = \log_2(M)$, Z_i 是 p 维二进制输出矢量, $p = \log_2(P)$ 以及 $P = Q^T$, \oplus 表示模 2 加法(或等效为“异或”功能), G 、 W 、 H_ϕ 以及 H_u 是相应增益或加权系数二进制矩阵。

为了帮助理解这个方面, 图 5 说明卷积或格形编码器的一般构造, 它对应于上述最后两个公式。参照图 5, 这个编码器包括乘法器 40 至 43, 它们均被提供相应的增益或加权系数。各输入符号 U_i 提供给乘法器 40 和 43, 当前编码器状态 Φ_i 提供给乘法器 41 和 42。乘法器 40 和 41 的输出根据上述两个公式中的第一个公式在模 2 加法器 44 中组合, 该加法器的输出在延迟单元 46 中被延迟一个符号间隔 D 以提供下一个编码器状态。乘法器 42 和 43 的输出根据上述两个公式中

的第二个公式在模2加法器45中组合,该加法器的输出提供给执行如上所述QPSK映射的映射功能47。对于图5中的部分通路,维数 m 、 n 和 p 的矢量的多通路以传统方法由这些通路上的线段来表示。

卷积码或格码可采用矩阵 W 和矩阵 $H=[H_\phi H_u]$ 来分类。具体地说,如果矩阵 W 的各行只是包含一个“1”,则该代码是非递归的,否则它是递归的。另外,如果矩阵 H_u 具有在第 j 行位置上包含单个非零元素的列,并且矩阵 H_ϕ 的第 j 行元素全部为“0”,则该代码包含输入序列的第 j 比特的系统分量。

如上所述,以上引用的Tarokh等人的公开中所述的代码是非递归的,因此不适合提供如图4所示的有效特播编码器方案。对于少量的编码器状态,提供最佳代码的增益矩阵的元素可通过计算机搜索和模拟来确定,但这种方法对于具有大量(例如超过8个)编码器状态的编码器则不可行,必须采用其它方法。以下所述的代码通过选择经单一天线传输的原型二进制递归卷积码来确定,利用它来构造采用预期数量的天线的时空编码所用的格子结构,然后修改结果以便对于QPSK来改善它。也可使用包括以其它方式得到的代码在内的其它代码,仅作为示例提供以下代码。

对于可用于图4的发射机中的4态RSC编码器和QPSK映射功能,矩阵 B 、 C 、 Z 、 W 、 G 、 H_ϕ 以及 H_u 可如下所示:

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 0 & 3 \\ 3 & 0 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 0 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} 0 & 7 & 13 & 10 \\ 3 & 4 & 14 & 9 \\ 2 & 5 & 15 & 8 \\ 1 & 6 & 12 & 11 \end{bmatrix} \quad Z = \begin{bmatrix} 00 & 13 & 31 & 22 \\ 03 & 10 & 32 & 21 \\ 02 & 11 & 33 & 20 \\ 01 & 12 & 30 & 23 \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad G = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad H_\phi = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad H_u = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

可用来构成图4的装置中的各功能30和32的这种编码器及其映射功能的实现如图6所示。

参照图6,编码器包括:模2加法器50至54;两个延迟元件55

和 56, 每一个均提供一个符号(比特对)间隔 D 的延迟; 以及两个映射功能 57 和 58, 每一个功能在其输出端提供在其输入端得到的两个比特到 QPSK 符号的格雷码映射, 如以上参照图 2 所述。

如以上参照图 4 所述, 在功能 30 的情况下从 S-P 转换器 10 提供的或者在功能 32 的情况下从交织器 34 提供的一对输入比特在各符号间隔中提供给图 6 的编码器的输入端。这些比特提供给加法器 50 的输入端, 加法器的输出以及到编码器的比特输入的下面一个(如图所示)提供给映射功能 57, 它在其输出端产生表示输入比特对的格雷码 QPSK 映射系统符号。

到图 6 的编码器的比特输入的上面一个(如图所示)也提供给各加法器 51 至 54 的输入端, 到编码器的下面的比特输入也提供给各加法器 52 和 53 的另一个输入端。加法器 51 的输出提供给延迟元件 55, 该元件的输出提供给各加法器 52 至 54 的另一输入端。加法器 52 的输出提供给延迟元件 56, 该元件的输出提供给各加法器 51、52 以及 54 的另一个输入端。可以看到, 图 6 所示加法器 51 至 54 以及延迟元件 55、56 的设置实现了上述编码器矩阵; 例如, 从延迟元件 55、56 到加法器 51、52 的输入端有三个反馈通路, 它们根据上述矩阵 W 中的三个 1 进行配置, 其中两个延迟元件提供编码器的四个状态。加法器 53 和 54 的输出构成对映射功能 58 的输入, 映射功能 58 根据上式给出的代码在其输出端相应地产生格雷码 QPSK 映射奇偶校验符号。

对于可用于图 4 的发射机中的 8 态 RSC 编码器和 QPSK 映射功能, 矩阵 B 、 C 、 Z 、 W 、 G 、 H_p 以及 H_u 可如下所示:

$$\begin{aligned}
 B &= \begin{bmatrix} 0 & 3 & 1 & 2 \\ 7 & 4 & 6 & 5 \\ 1 & 2 & 0 & 3 \\ 6 & 5 & 7 & 4 \\ 3 & 0 & 2 & 1 \\ 4 & 7 & 5 & 6 \\ 2 & 1 & 3 & 0 \\ 5 & 6 & 4 & 7 \end{bmatrix} & C &= \begin{bmatrix} 0 & 6 & 15 & 9 \\ 1 & 7 & 14 & 8 \\ 1 & 7 & 14 & 8 \\ 0 & 6 & 15 & 9 \\ 3 & 5 & 12 & 10 \\ 2 & 4 & 13 & 11 \\ 2 & 4 & 13 & 11 \\ 3 & 5 & 12 & 10 \end{bmatrix} & Z &= \begin{bmatrix} 00 & 12 & 33 & 21 \\ 01 & 13 & 32 & 20 \\ 01 & 13 & 32 & 20 \\ 00 & 12 & 33 & 21 \\ 03 & 11 & 30 & 22 \\ 02 & 10 & 31 & 23 \\ 02 & 10 & 31 & 23 \\ 03 & 11 & 30 & 22 \end{bmatrix} \\
 W &= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} & G &= \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} & H_\varphi &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} & H_u &= \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

可用来构成图 4 的方案中的各功能 30 和 32 的这种编码器及其映射功能的实现如图 7 所示。从以上给出的用于这种 8 态编码器的公式的比较以及图 7 所示电路(其中有三个延迟元件以提供 8 个状态)可以看到, 这个电路实现这些公式的递归系统卷积编码。

对于可用于图 4 所示发射机的 16 态 RSC 编码器和 QPSK 映射功能, 矩阵 B、C、Z、W、G、 H_φ 以及 H_u 可如下所示:

$$\begin{aligned}
 B &= \begin{bmatrix} 0 & 3 & 1 & 2 \\ 7 & 4 & 6 & 5 \\ 8 & 11 & 9 & 10 \\ 15 & 12 & 14 & 13 \\ 1 & 2 & 0 & 3 \\ 6 & 5 & 7 & 4 \\ 9 & 10 & 8 & 11 \\ 14 & 13 & 15 & 12 \\ 3 & 0 & 2 & 1 \\ 4 & 7 & 5 & 6 \\ 11 & 8 & 10 & 9 \\ 12 & 15 & 13 & 14 \\ 2 & 1 & 3 & 0 \\ 5 & 6 & 4 & 7 \\ 10 & 9 & 11 & 8 \\ 13 & 14 & 12 & 15 \end{bmatrix} & C &= \begin{bmatrix} 0 & 7 & 10 & 13 \\ 3 & 4 & 9 & 14 \\ 2 & 5 & 8 & 15 \\ 1 & 6 & 11 & 12 \\ 1 & 6 & 11 & 12 \\ 2 & 5 & 8 & 15 \\ 3 & 4 & 9 & 14 \\ 0 & 7 & 10 & 13 \\ 2 & 5 & 8 & 15 \\ 1 & 6 & 11 & 12 \\ 0 & 7 & 10 & 13 \\ 3 & 4 & 9 & 14 \\ 3 & 4 & 9 & 14 \\ 0 & 7 & 10 & 13 \\ 1 & 6 & 11 & 12 \\ 2 & 5 & 8 & 15 \end{bmatrix} & Z &= \begin{bmatrix} 00 & 13 & 22 & 31 \\ 03 & 10 & 21 & 32 \\ 02 & 11 & 20 & 33 \\ 01 & 12 & 23 & 30 \\ 01 & 12 & 23 & 30 \\ 02 & 11 & 20 & 33 \\ 03 & 10 & 21 & 32 \\ 00 & 13 & 22 & 31 \\ 02 & 11 & 20 & 33 \\ 01 & 12 & 23 & 30 \\ 00 & 13 & 22 & 31 \\ 03 & 10 & 21 & 32 \\ 03 & 10 & 21 & 32 \\ 00 & 13 & 22 & 31 \\ 01 & 12 & 23 & 30 \\ 02 & 11 & 20 & 33 \end{bmatrix} \\
W &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} & G &= \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} & H_{\phi} &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} & H_{\psi} &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

可用来构成图4的装置中的各功能30和32的这种编码器及其映射功能的实现如图8所示。从以上给出的用于这种16态编码器的公式的比较以及图8的电路(其中有四个延迟元件以提供16个状态)可以看到,这个电路实现这些公式的递归系统卷积编码。

从图4的编码装置以及图6至8的编码器的上述说明可以知道,在每种情况下,对于所述QPSK符号,在一个符号间隔中有两个输入比特,使得四个比特(两个系统信息比特和两个奇偶校验比特)被提供给特播编码装置中的两个编码器中每一个的QPSK映射功能。这八个比特由映射功能映射成四个QPSK符号,以及在两个连续的符号间隔上,一半QPSK符号被选择器36删截,从而在各符号间隔中从两个天线16和18发送两个符号。选择器装置是这样的,在第一符号间隔中,两个天线发送来自得到非交织输入比特的编码器30的系统和奇偶校验信息,以及在第二符号间隔中,两个天线发送来自得到交织输入比

特的另一个编码器 32 的系统信息和奇偶校验信息，通过在连续的符号间隔中交替从各天线发送系统信息和奇偶校验信息来增强时空分集。

在上述方案中，映射功能经过设置，使得各 QPSK 符号完全从系统信息或完全从奇偶校验比特中产生。但是，不一定如此，其它方案也是可能的，例如各 QPSK 符号从一个系统信息比特和一个奇偶校验比特中产生。换句话说，对于各编码器，可以重新设置到映射功能(例如图 6 中的 56 和 57)的输入。

以下参照图 9 作为实例所描述的编码器正是如此，它用于在具有四个发射天线的发射机所用的特播 STTCM 编码方案中。作为实例，这是 QPSK 符号的 4 态格形编码器。在时空分集的两个连续符号间隔中，从四个天线总共发送八个符号，从而通过 50%删截，特播编码器装置的两个分量编码器的映射功能提供八个 QPSK 符号，因此在各符号间隔中，各编码器从其映射功能提供四个 QPSK 符号。这四个 QPSK 符号表示四个系统比特和四个奇偶校验比特，所以在这种情况下存在到编码器的四个输入比特线。

参照图 9，统称为 60 的四个输入比特线均连接到四个 QPSK 映射功能 61 至 64 的第一输入端，这些映射功能提供到 QPSK 符号的格雷码映射，如以上参照图 2 所述。编码器还包括两个延迟元件 65 和 66，每一个元件提供一个符号间隔的延时 D ，从而确定编码器和模 2 加法器 67 至 72 的四个状态。模 2 加法器 69 至 72 的输出分别连接映射功能 61 至 64 的第二输入端。这样，QPSK 映射功能 61 至 64 均被提供一个系统信息比特和一个奇偶校验比特，并分别产生结合了这种系统和奇偶校验信息的 QPSK 符号 SP-1 至 SP-4。

线 60、延迟元件 65 和 66、模-2 加法器 67 至 72 则以实现下列矩阵 W 、 G 、 H_0 及 H_u 的方式相互连接，如图 9 所示。本例中未提供矩阵 B 、 C 以及 Z ，因为其规模较大(例如 Z 为 4×64 矩阵)，但它们可从图 9 的说明或从以下矩阵中推导：

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad G = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad H_{\varphi} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad H_u = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

另外还应当知道，与图 9 中映射功能 61 至 64 的连接是作为实例提供的，对于其它代码及其它情况可重新设置。例如，四个系统比特也可提供给映射功能中的两个，而四个奇偶校验比特可提供给其余两个映射功能。作为另一实例，能够向映射功能之一提供两个系统比特，向另一个映射功能提供两个奇偶校验比特，以及其余两个各被提供一个系统比特和一个奇偶校验比特。但是，对于以下进一步说明，假定图 9 的特定装置。

图 10 说明用于具有四个发射天线的发射机的特播 STTCM 编码装置的组成部分，其中，图 9 的编码器用来构成特播编码装置的两个分量编码器和映射功能单元 80、82。向 S-P 转换器 84 提供输入比特，并将其转换为四比特的分组，它们直接作为单元 80 的输入比特并经交织器 86 提供给单元 82。交织器 86 对四比特的分组进行交织，保持偶对偶以及奇对奇或者偶对奇以及奇对偶的位置映射，如上所述。统称为 SP1 的单元 80 的系统 and 奇偶校验符号输出连接到选择器 88 的第一组输入，统称为 SP2 的单元 82 的系统 and 奇偶校验符号输出经可选相位旋转单元 90 连接到选择器 88 的第二组输入。选择器 88 由一和零比特的交替序列控制，从而将其第一和第二组输入在连续符号间隔中交替连接到至标号为 92 的四个天线的四条输出通路上。

可选相位旋转单元 90 提供各符号的 $\pi/2$ 的相位旋转，并且可包含四个乘法器，每一个乘法器经过设置，用来将为其提供的 QPSK 符号中相应的一个与信号 $e^{j\pi/2}$ 相乘，已经证明，这能够改善某些情况下的性能，尤其是在采用四个天线的发射机中。这种相位旋转单元可省略，

若需要,可在上述仅采用两个天线的发射机所用的编码装置中提供类似的相位旋转单元,和/或可以为部分但不是全部 QPSK 符号提供相位旋转。

因此,可以看到,选择器 88 在每两个连续符号间隔的第一个间隔中将来自得到非交织输入比特的单元 80 的系统和奇偶校验信息 QPSK 符号连接到其输出,并在每两个连续符号间隔的第二个间隔中将来自得到交织输入比特的单元 82 的系统和奇偶校验信息 QPSK 符号连接到其输出。

图 11 说明与图 4 或图 10 的装置配合使用的接收机和解码装置的组成部分。如图 11 所示,接收机包括两个天线 100 和 101,来自天线的信号被连接到最大比结合器(MRC)102 并在其中结合,从而在线 103 上在其输出端产生用于解码的信号。为简单起见,接收机的其它已知部分、如下变频器和信号放大器及抽样器等未在图 11 中标明,但由从天线 100 和 101 至 MRC 102 的通路中的虚线来表示。虽然图 11 所示的接收机具有两个天线,但也可只具有一个天线或两个以上天线,还可使用除最大比结合之外的其它方法在线 103 上产生用于解码的信号。

解码装置包括:去删截选择器 104;两个软格码解码器 105 和 106;交织器 107,以与发射机中的特播编码装置的交织器、如图 4 所示装置中的交织器 34 相同的方式工作;以及去交织器 108,以与交织器 107 相反的方式工作。单元 105 至 108 以特播码解码器领域中普遍知道的方式进行设置,其中第一解码器 105 产生由交织器 107 进行交织并作为软输入提供给第二解码器 106 的软输出(概率矢量),它还产生由去交织器 108 进行去交织并作为软输入提供给迭代装置中的第一解码器的软输出,第一解码器 105 对非交织输入矢量进行操作,以及第二解码器 106 对交织输入矢量进行操作,输入矢量从要在线 103 上进行解码的信号中导出。在预期的迭代次数之后,从解码装置中、例如从图 11 所示的去交织器 108 的输出中导出输出。

从前面的说明可以知道,图4或图10的编码装置在连续的符号间隔中交替提供从非交织比特中导出的符号以及从交织输入比特中导出的符号。选择器104相应地由交替为一和零的控制信号来控制,如图11所示,以便在连续的符号间隔中交替具有两种状态中的每一种。在这两种状态中的第一状态中,选择器由具有图11所示状态的开关来表示,并对应于从非交织输入比特导出的符号的传输,选择器104将线103上的信号作为输入矢量提供给第一解码器105,并将零输入矢量提供给第二解码器106。相反,在这两种状态中的第二状态中,选择器由具有与图11所示相反的状态的开关来表示,并对应于从交织输入比特导出的符号的传输,选择器104将零输入矢量提供给第一解码器105,并将线103上的信号作为输入矢量提供给第二解码器106。这样,第一解码器105对非交织数据进行操作,第二解码器106则根据需要对交织数据进行操作。解码器的复杂度通过在交替符号间隔中向这些解码器提供零输入矢量而得到简化。

以上根据本发明的实施例所述的编码和解码装置的性能可有效地与本发明背景中所引用的先有技术(Bauch)中已知的级联特播TCM和STBC装置的性能进行比较。在具有两个发射天线、两个接收天线、1000比特(500符号)的交织器分组长度以及256 Hz的多普勒频率的每种情况下,按照1至4dB的信号(每信息比特的能量)噪声比的范围上大约0.75至1.1dB的误码率,已经证明上述根据本发明的装置与Bauch级联方案相比提供了显著改善。

虽然以上对本发明的特定实施例进行了详细说明,但是可以理解,大量修改、变更以及改变均可在权利要求所定义的本发明范围之内进行。

图 1 现有技术

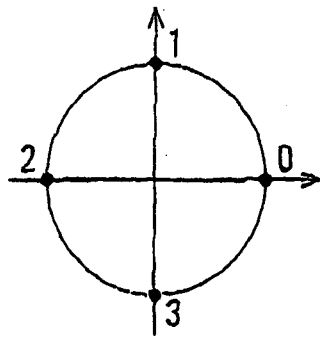
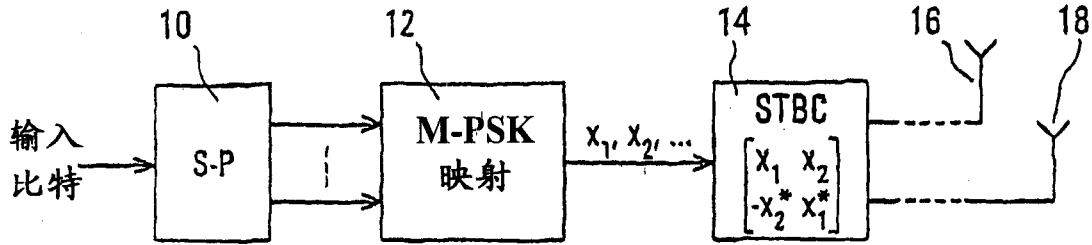


图 2 现有技术

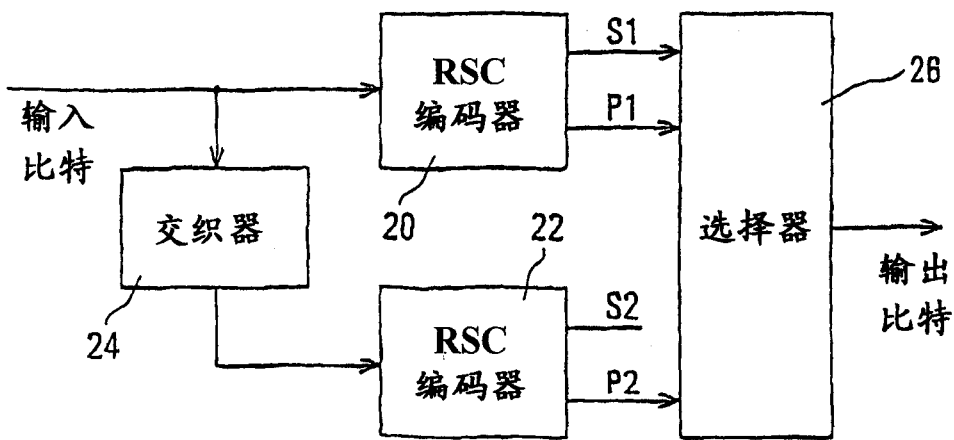


图 3 现有技术

图 4

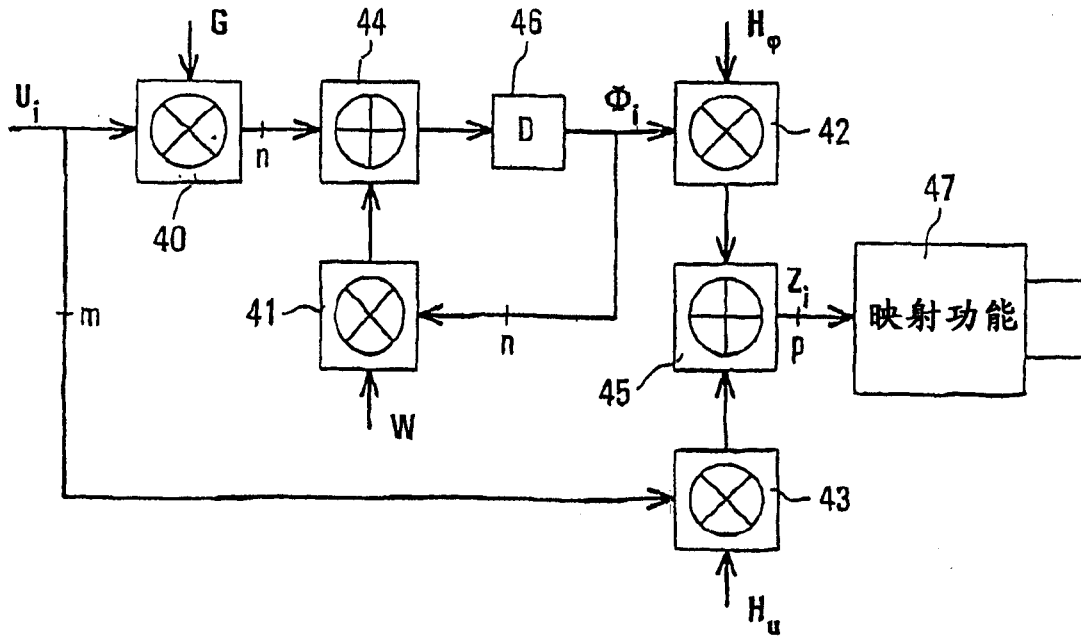
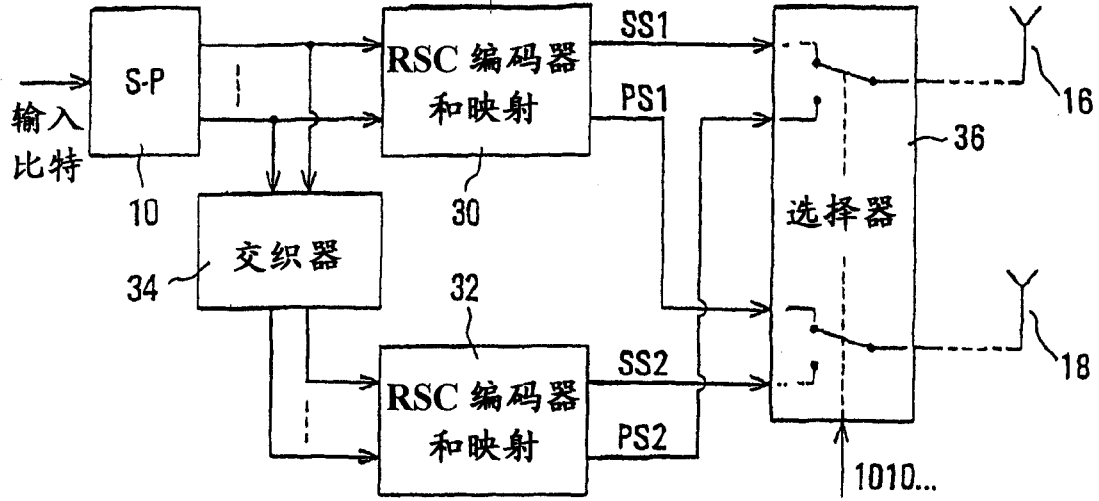


图 5

图 6

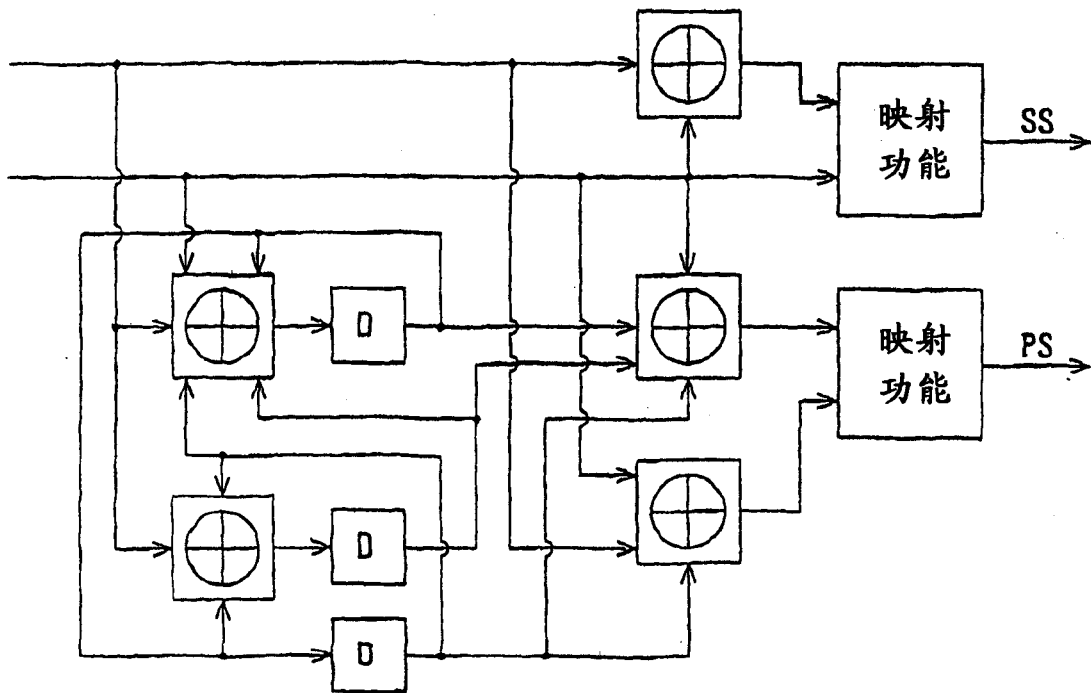
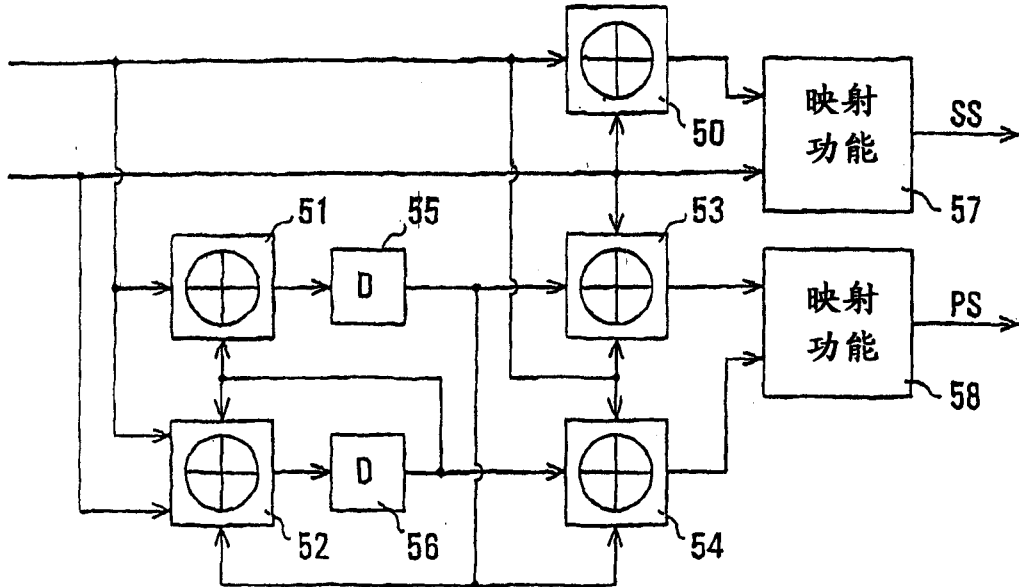


图 7

图 8

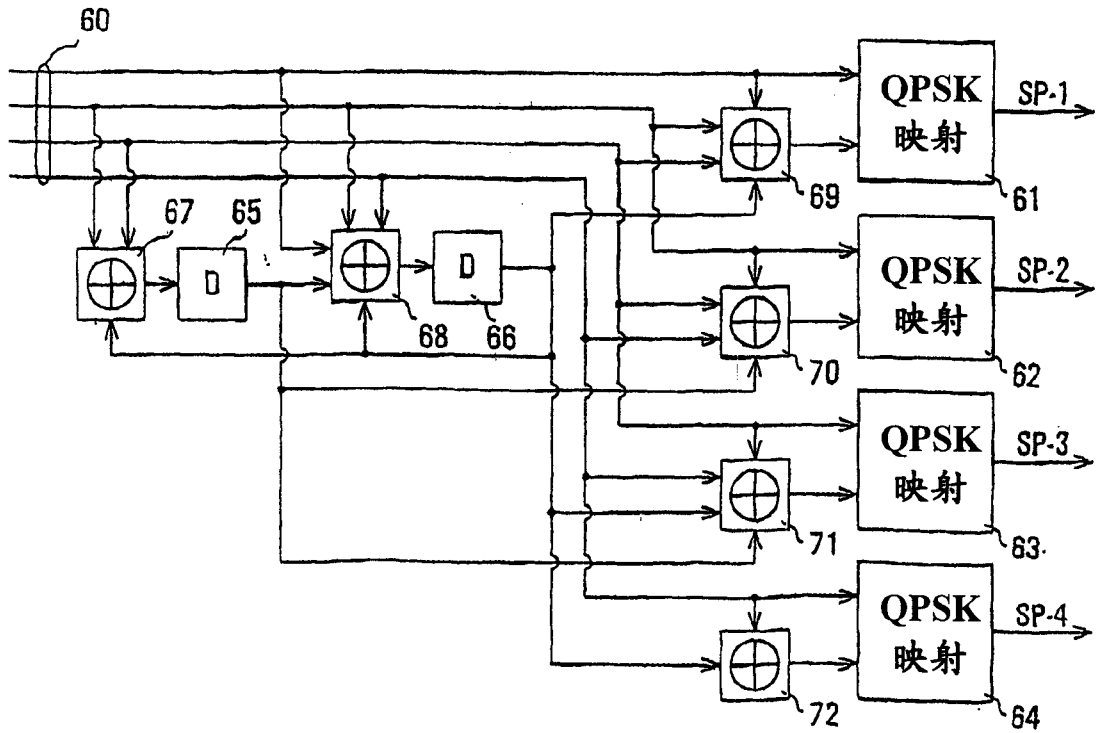
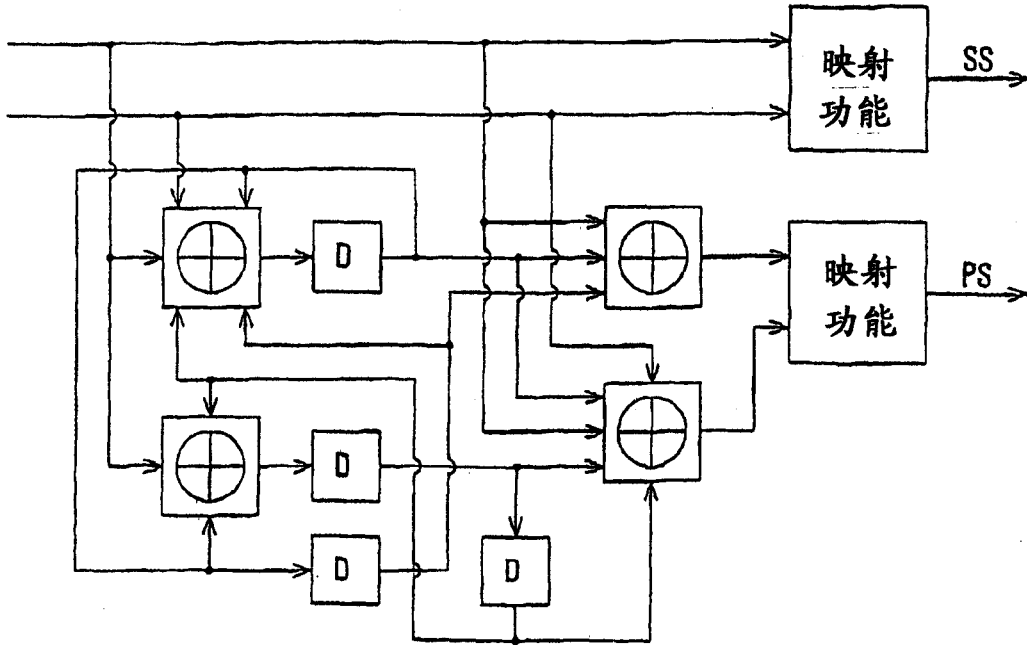


图 9

图 10

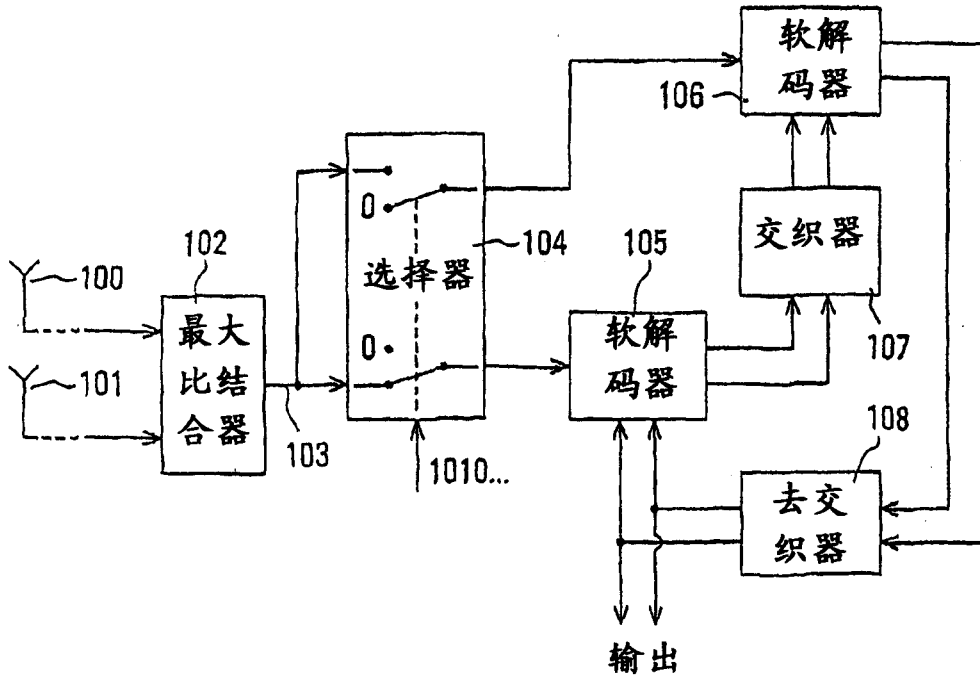
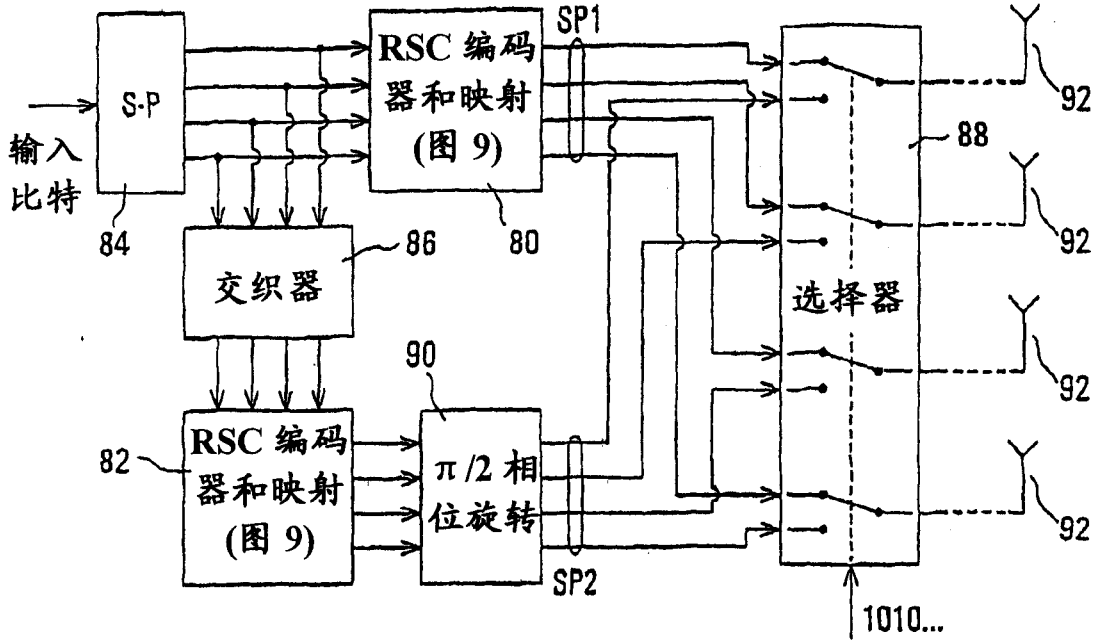


图 11