



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480003973.5

[43] 公开日 2006年3月15日

[11] 公开号 CN 1748442A

[22] 申请日 2004.6.24

[21] 申请号 200480003973.5

[30] 优先权

[32] 2003.6.25 [33] US [31] 10/607,024

[86] 国际申请 PCT/US2004/020453 2004.6.24

[87] 国际公布 WO2005/002278 英 2005.1.6

[85] 进入国家阶段日期 2005.8.11

[71] 申请人 哈曼国际工业有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 B·F·艾德

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

代理人 沙捷 刘颖

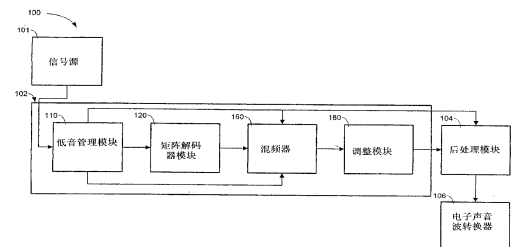
权利要求书 15 页 说明书 34 页 附图 17 页

[54] 发明名称

多声道声音处理系统

[57] 摘要

经改良的声音处理系统，可在非最佳听音环境中产生环绕效果，而不会出现已知声音处理系统经受的音质下降。该声音处理系统可包括矩阵解码系统，其在将输入信号转换成一些输出信号之前处理输入信号，使得输出信号是更多个输入信号的函数。这些声音处理系统可以包括或可选地包括低音管理系统，该系统从输入信号中将输入信号的低频成分保留在独立声道中。矩阵解码系统和低音管理系统都可生成附加信号。另外，矩阵解码系统和低音管理系统可在车辆声音系统中独立或共同实现。



1. 一种用于将多个音频输入信号解码成多个音频输出信号的方法，包括：

将多个音频输入信号转换成多个输入信号对；和

5 根据矩阵解码技术，将多个输入信号对转换成多个音频输出信号。

2. 如权利要求 1 所述的方法，进一步包括将多个音频输出信号转换成多个声波。

10 3. 如权利要求 1 所述的方法，其中将多个音频输入信号转换成多个输入信号对包括将多个音频输入信号中的三个或更多个转换成输入信号对。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其中将多个音频输入信号转换成
15 多个输入信号对包括生成后方输入信号对。

5. 如权利要求 4 所述的方法，其中，多个输入信号包括一个中央输入信号，并且，生成后方输入信号对包括控制所述后方输入信号对中的中央输入信号的量。

20

6. 如权利要求 5 所述的方法，其中，所述多个音频输入信号进一步包括左前、右前、左环绕、和右环绕输入信号，并且生成后方输入信号对包括将所述左前、所述右前、所述左环绕、所述右环绕和所述中央输入信号转换成所述后方输入信号。

25

7. 如权利要求 1 所述的方法，其中，将多个音频输入信号转换成所述多个输入信号对包括生成侧面输入信号对。

8. 如权利要求 7 所述的方法，其中，所述多个输入信号包括中
30 央输入信号，并且生成所述侧面输入信号对包括控制所述侧面输入信

号对中的中央输入信号的量。

9. 如权利要求 8 所述的方法，其中，所述多个音频输入信号进一步包括左前、右前、左环绕、右环绕输入信号，并且生成侧面输入信号对包括将所述左前、所述右前、所述左环绕、所述右环绕和所述中央输入信号转换成所述侧面输入信号对。

10. 如权利要求 1 所述的方法，其中，将所述多个音频输入信号转换成多个输入信号对包括生成前方输入信号对。

11. 如权利要求 10 所述的方法，其中，所述多个音频输入信号包括左前、右前、和中央输入信号，并且生成第一前方输入信号对包括将所述左前、所述右前、和所述中央输入信号转换成所述前方输入信号对。

12. 如权利要求 1 所述的方法，其中，将所述多个音频输入信号转换成多个输入信号对包括生成转向角输入信号对。

13. 如权利要求 12 所述的方法，其中，所述多个音频输入信号包括左前、右前、左环绕、右环绕、和中央输入信号，并且生成转向角输入对包括将所述左前、所述右前、所述左环绕、所述右环绕、和所述中央输入信号转换成所述转向角输入对。

14. 如权利要求 1 所述的方法，其中，根据矩阵解码技术将所述多个输入信号对转换成所述多个音频输出信号包括生成所述多个输出信号作为环绕矩阵的函数。

15. 如权利要求 14 所述的方法，其中，所述环绕矩阵包括多个子矩阵。

16. 如权利要求 15 所述的方法，其中，将所述多个音频输入信号转换成所述多个输入信号对包括为所述多个子矩阵中的每个生成输

入信号对。

17. 如权利要求 1 所述的方法，其中，将所述多个输入信号对转换成所述多个音频输出信号包括生成所述多个音频输出信号作为转向角
5 的函数。

18. 如权利要求 17 所述的方法，其中，将所述多个音频输入信号转换成所述多个输入信号对包括为转向角生成输入信号对。

10 19. 如权利要求 17 所述的方法，其中，将所述多个输入信号对转换成所述多个音频输出信号包括将所述多个输入信号对中的一对转换成所述转向角。

20. 如权利要求 1 所述的方法，进一步包括生成附加音频输出信号作为所述多个音频输出信号中的一个或多个的函数。
15

21. 如权利要求 20 所述的方法，其中，所述多个音频输出信号包括侧面输出信号，并且生成附加音频输出信号包括生成附加侧面输出信号。
20

22. 如权利要求 20 所述的方法，其中，所述多个音频输出信号包括中央输出信号，并且生成附加音频输出信号包括生成附加中央输出信号。

23. 如权利要求 1 所述的方法，进一步包括为听音环境定制所述多个音频输出信号。
25

24. 一种用于将多个音频输入信号转换成更多个音频输出信号的方法，包括：
30

从包括第一种操作方式和第二种操作方式的组中选择一种操作方式；其中

所述第一种操作方式包括将所述多个音频输入信号转换成多个输

入信号对；并且根据矩阵解码技术生成所述多个音频输出信号作为所述多个输入信号对的函数；且

所述第二种操作方式包括生成所述多个音频输出信号作为所述多个音频输入信号的函数。

5

25. 如权利要求 24 所述的方法，其中将所述多个音频输入信号转换成所述多个音频输出信号包括对所述多个音频输入信号应用一个增益。

10 26. 如权利要求 25 所述的方法，其中对所述多个音频输入信号应用所述增益包括对所述多个音频输入信号的其中每个应用多个增益中的一个。

15 27. 一种计算机可读介质，包括用于执行将多个音频输入信号解码成多个音频输出信号的方法的计算机可执行指令，所述计算机可执行指令包括以下步骤：

将所述多个音频输入信号转换成多个输入信号对；和

根据矩阵解码技术，将所述多个输入信号对转换成所述多个音频输出信号。

20

28. 一种计算机可读介质，包含用于执行将多个音频输入信号转换成更多个音频输出信号的方法的计算机可执行指令，所述计算机可执行指令包括以下步骤：

25 从包括第一种操作方式和第二种操作方式的组中选择一种操作方式；其中

选择所述第一种操作方式将所述多个音频输入信号转换成多个输入信号对；并根据矩阵解码技术生成所述多个音频输出信号作为所述多个输入信号对的函数；且

30 选择所述第二种操作方式生成所述多个音频输出信号作为所述多个音频输入信号的函数。

29. 一种电磁信号，定义了用于将多个音频输入信号解码成多个音频输出信号的计算机可执行指令，所述计算机可执行指令包括以下步骤：

将所述多个音频输入信号转换成多个输入信号对；和

5 根据矩阵解码技术，将所述多个输入信号对转换成所述多个音频输出信号。

30. 一种电磁信号，定义了用于将多个音频输入信号转换成更多个音频输出信号的计算机可执行指令，所述计算机可执行指令包括以下

10 步骤：

从包括第一种操作方式和第二种操作方式的组中选择一种操作方式；其中

选择所述第一种操作方式将所述多个音频输入信号转换成多个输入信号对；且根据矩阵解码技术生成所述多个音频输出信号作为所述

15 多个输入信号对的函数；和

选择所述第二种操作方式生成所述多个音频输出信号作为所述多个音频输入信号的函数。

31. 一种音频信号解码器，用于将多个音频输入信号解码成多个

20 音频输出信号，包括

输入混频器，与所述多个音频输入信号相通信，并生成多个输入信号对；和

与所述输入混频器相通信的矩阵解码器，并将所述多个输入信号对转换成所述多个音频输出信号。

25

32. 如权利要求 31 所述的音频信号解码器，其中所述多个音频输出信号包括多个后方输出信号，并且所述输入混频器生成多个输入信号对，使得由解码器生成的所述多个后方输出信号是所有所述多个音频输入信号的函数。

30

33. 如权利要求 31 所述的音频信号解码器，其中所述矩阵解码

器包括多个用于生成所述多个音频输出信号的子矩阵。

34. 如权利要求 33 所述的音频信号解码器，其中所述多个子矩阵包括后方子矩阵，并且所述输入混频器生成包括第一和第二后方输入信号的所述后方输入信号对，并将所述后方输入信号对传递到所述
5 后方子矩阵。

35. 如权利要求 34 所述的音频信号解码器，其中所述多个音频输入信号包括中央输入信号，并且所述输入混频器生成所述后方输入
10 信号对作为所述中央输入信号的函数。

36. 如权利要求 35 所述的音频信号解码器，其中，所述输入混频器控制在所述后方输入信号对中所说中央输入信号的量。

37. 如权利要求 36 所述的音频信号解码器，其中，所述输入混频器将一个比率（Gr）与所述中央输入信号混合来控制所述后方输入信号对中所说中央输入信号的量。
15

38. 如权利要求 37 所述的音频信号解码器，其中，所述比率（Gr）
20 约等于零。

39. 如权利要求 37 所述的音频信号解码器，其中，所述比率（Gr）
等于一个小数值。

40. 如权利要求 34 所述的音频信号解码器，其中，所述多个音频输入信号包括左前输入信号（LFI）、左环绕输入信号（LSurI）、右环绕输入信号（RSurI）和中央输入信号（CTRI），并且所述输入混频器生成所述第一后方输入信号作为左前输入信号（LFI）、左环绕输入信号（LSurI）、右环绕输入信号（RSurI）和中央输入信号（CTRI）的函
25 数。
30

41. 如权利要求 40 所述的音频信号解码器，其中所述输入混频

器生成所述第一后方输入信号作为比率（Gr）的函数。

42. 如权利要求 41 所述的音频信号解码器，其中，所述输入混频器根据等式 $RI1=LFI+0,9\times LSurI-0,38\times RSurI+Gr\times CTRI$ 生成所述第一后方输入信号（RI1）。

43. 如权利要求 34 所述的音频信号解码器，其中，所述多个音频输入信号包括右前输入信号（RFI）、左环绕输入信号（LSurI）、右环绕输入信号（RSurI）和中央输入信号（CTRI），并且所述输入混频器生成所述第二后方输入信号作为右前输入信号（RFI）、左环绕输入信号（LSurI）、右环绕输入信号（RSurI）和中央输入信号（CTRI）的函数。

44. 如权利要求 43 所述的音频信号解码器，其中所述输入混频器生成所述第二后方输入信号作为比率（Gr）的函数。

45. 如权利要求 44 所述的音频信号解码器，其中，所述输入混频器根据等式 $RI2=RFI+0,38\times LSurI-0,91\times RSurI+Gr\times CTRI$ 生成所述第二后方输入信号（RI2）。

46. 如权利要求 34 所述的音频信号解码器，其中，所述后方子矩阵生成所述多个后方输出信号作为所述后方输入信号对的函数。

47. 如权利要求 33 所述的音频信号解码器，其中，所述多个子矩阵包括侧面子矩阵，并且所述输入混频器生成包括第一和第二侧面输入信号的侧面输入信号对，并将所述侧面输入信号对传递给所述侧面子矩阵。

48. 如权利要求 47 所述的音频信号解码器，其中所述多个音频输入信号包括中央输入信号，并且所述输入混频器生成所述侧面输入信号对作为所述中央输入信号的函数。

49. 如权利要求 48 所述的音频信号解码器, 其中, 所述输入混频器控制所述侧面输入信号对所述中央输入信号的量。

50. 如权利要求 49 所述的音频信号解码器, 其中, 所述输入混频器将一个比率 (G_s) 与所述中央输入信号混合, 从而控制在所述侧面输入信号对中的所述中央输入信号的量。

51. 如权利要求 50 所述的音频信号解码器, 其中, 所述比率 (G_s) 近似大于零。

10

52. 如权利要求 50 所述的音频信号解码器, 其中, 所述比率 (G_s) 等于约 0,1 到约 0,3。

53. 如权利要求 47 所述的音频信号解码器, 其中, 所述音频输入信号包括左前输入信号 (LFI)、左环绕输入信号 (LSurI)、右环绕输入信号 (RSurI) 和中央输入信号 (CTRI), 并且所述输入混频器生成所述第一侧面输入信号作为左前输入信号 (LFI)、左环绕输入信号 (LSurI)、右环绕输入信号 (RSurI) 和中央输入信号 (CTRI) 的函数。

54. 如权利要求 53 所述的音频信号解码器, 其中所述输入混频器生成所述第一侧面输入信号作为比率 (G_s) 的函数。

55. 如权利要求 54 所述的音频信号解码器, 其中, 所述输入混频器根据等式 $SI1=LFI+ 0,91\times LSurI+ 0,38\times RSurI+ G_s\times CTRI$ 生成所述第一侧面输入信号 (SI1)。

56. 如权利要求 47 所述的音频信号解码器, 其中, 所述音频输入信号包括右前输入信号 (RFI)、左环绕输入信号 (LSurI)、右环绕输入信号 (RSurI) 和中央输入信号 (CTRI), 并且所述输入混频器生成所述第二侧面输入信号作为右前输入信号 (RFI)、左环绕输入信号 (LSurI)、右环绕输入信号 (RSurI) 和中央输入信号 (CTRI) 的函数。

57. 如权利要求 56 所述的音频信号解码器，其中所述输入混频器生成所述第二侧面输入信号作为比率（Gs）的函数。

58. 如权利要求 57 所述的音频信号解码器，其中，所述输入混频器根据等式 $SI2=RFI - 0,38 \times LSurI - 0,91 \times RSurI + Gs \times CTRI$ 生成所述第二侧面输入信号（SI2）。

59. 如权利要求 47 所述的音频信号解码器，其中，所述侧面子矩阵生成多个侧面输出信号作为所述侧面输入信号对的函数。

10

60. 如权利要求 33 所述的音频信号解码器，其中，所述多个子矩阵包括前方子矩阵，并且所述输入混频器生成包括第一前方输入信号和第二前方输入信号的前方输入信号对，并将所述前方输入信号对传递给所述前方子矩阵。

15

61. 如权利要求 60 所述的音频信号解码器，其中，所述输入混频器生成所述第一前方输入信号作为左前输入信号（LFI）和中央（CTRI）输入信号的函数。

20 62. 如权利要求 61 所述的音频信号解码器，其中，所述输入混频器根据等式 $FI1=LFI + 0,7CTRI$ 生成所述第一前方输入信号（FI1）。

63. 如权利要求 60 所述的音频信号解码器，其中，所述输入混频器生成所述第二前方输入信号作为右前输入信号（LFI）和中央（CTRI）输入信号的函数。

25

64. 如权利要求 63 所述的音频信号解码器，其中，所述输入混频器根据等式 $FI2=RFI + 0,7CTRI$ 生成所述第二前方输入信号（FI2）。

30 65. 如权利要求 60 所述的音频信号解码器，其中，所述前方子矩阵生成多个前方输出信号作为所述前方输入信号对的函数。

66. 如权利要求 31 所述的音频信号解码器, 其中, 所述矩阵解码器包括一个转向角计算器, 并且所述输入混频器生成包括第一和第二转向角输入信号的转向角输入信号对, 并且将所述转向角输入信号对传递给转向角计算器。

5

67. 如权利要求 66 所述的音频信号解码器, 其中, 所述多个音频输入信号包括左前输入信号 (LFI)、左环绕输入信号 (LSurI)、右环绕输入信号 (RSurI)、和中央输入信号 (CTRI), 并且所述输入混频器生成所述第一转向角输入信号作为左前输入信号 (LFI)、左环绕输入信号 (LSurI)、右环绕输入信号 (RSurI)、和中央输入信号 (CTRI) 的函数。

10

68. 如权利要求 67 所述的音频信号解码器, 其中, 所述输入混频器根据等式 $SAI1=LFI+0,7\times CTRI+0,91\times LSurI+0,38\times RSurI$ 生成所述第一转向角输入信号 (SAI1)。

15

69. 如权利要求 66 所述的音频信号解码器, 其中, 所述多个音频输入信号包括右前输入信号 (RFI)、左环绕输入信号 (LSurI)、右环绕输入信号 (RSurI)、和中央输入信号 (CTRI), 并且所述输入混频器生成所述第二转向角输入信号作为左前输入信号 (LFI)、左环绕输入信号 (LSurI)、右环绕输入信号 (RSurI) 和中央输入信号 (CTRI) 的函数。

20

70. 如权利要求 69 所述的音频信号解码器, 其中, 所述输入混频器根据等式 $SAI2=RFI+0,7\times CTRI-0,38\times LSurI+0,91\times RSurI$ 生成所述第二转向角输入信号 (SAI2)。

25

71. 如权利要求 66 所述的音频信号解码器, 其中, 所述转向角计算器生成多个转向角作为所述转向角输入信号对的函数。

30

72. 如权利要求 31 所述的音频信号解码器, 进一步包括与所述

多个音频输出信号通信的输出混频器，其中，所述输出混频器生成附加音频输出信号。

73. 如权利要求 72 所述的音频信号解码器，其中，所述多个音频输出信号包括中央输出信号，并且输出混频器包括与所述中央输出信号通信的第一增益模块，并生成第二中央输出信号。

74. 如权利要求 72 所述的音频信号解码器，其中，所述多个音频输出信号包括左后输出信号和左环绕输出信号，并且所述输出混频器包括第二增益模块、第三增益模块和与所述第二和第三增益模块相通信的累加模块，其中，所述第二和第三增益模块与所述左后输出信号和所述左环绕输出信号相通信，并且所述累加模块生成附加左环绕输出信号。

75. 如权利要求 72 所述的音频信号解码器，其中，所述多个音频输出信号包括右后输出信号和右环绕输出信号，并且所述输出混频器包括第四增益模块、第五增益模块和与所述第四和第五增益模块相通信的第二累加模块，其中，所述第四和第五增益模块与所述右后输出信号和所述右环绕输出信号相通信，并且所述第二累加模块生成附加右环绕输出信号。

76. 一种音频信号解码器，用于将多个音频输入信号解码成多个音频输出信号，包括：

一种装置，用于混合所述多个音频输入信号并生成多个输入信号对；和

一种装置，用于将所述多个输入信号对解码成所述多个音频输出信号对，其中用于解码的所述装置与用于混合的所述装置相通信。

77. 一种计算机可读存储介质，包括用于实现音频信号解码器的计算机可执行指令，所述音频信号解码器用于将多个音频输入信号解码成多个音频输出信号，所述音频信号解码器包括：

输入混频器，其功能为与所述多个音频输入信号通信并生成多个输入信号对；和

矩阵解码器，其功能为与所述输入混频器通信并将所述多个输入信号对转换成所述多个音频输出信号。

5

78. 一种计算机可读存储介质，包括用于实现音频信号解码器的计算机可执行指令，所述音频信号解码器用于将多个音频输入信号解码成多个音频输出信号，所述解码器包括：

10 一个功能元件，用于将所述多个音频输入信号混合并生成多个输入信号对；和

一个功能元件，用于将所述多个输入信号对解码成所述多个音频输出信号对，并与所述用于混合的功能元件相通信。

15 79. 一种电磁信号，定义了用于实现音频信号解码器的计算机可执行指令，所述音频信号解码器用于将多个音频输入信号解码成多个音频输出信号，所述电磁信号包括：

配置成实现输入混频器功能的第一部分，所述功能用于接收所述多个音频输入信号并生成多个输入信号对；和

20 配置成实现矩阵解码器功能的第二部分，所述功能用于接收所述多个输入信号对，并将所述多个输入信号对转换成所述多个音频输出信号。

25 80. 一种电磁信号，定义了用于实现音频信号解码器的计算机可执行指令，所述音频信号解码器用于将多个音频输入信号解码成多个音频输出信号，所述电磁信号包括：

第一部分，配置成实现用于将所述多个音频输入信号混合并生成多个输入信号对的功能；和

第二部分，配置成实现将所述多个输入信号对解码成所述多个音频输出信号对的功能。

30

81. 一种环绕处理系统，用于从多个音频输入信号生成多个音频

输出信号，包括：

输入混频器，其通过第一种操作方式，与所述多个音频输入信号相通信并生成多个输入信号对；

5 矩阵解码器，其通过第一种操作方式，与所述输入混频器相通信，并生成所述多个音频输出信号作为所述多个输入信号对的函数；和

调节模块，其通过第一种操作方式，与所述矩阵解码器相通信，并为听音环境定制所述多个音频输出信号。

82. 如权利要求 81 所述的系统，其中，通过第二种方式，所述
10 调节模块与所述多个音频输入信号相通信，并为所述听音环境定制所述多个音频输入信号。

83. 一种环绕处理系统，用于为听音环境从多个音频输入信号生成多个音频输出信号，包括：

15 一种装置，用于将所述多个音频输入信号混合以生成多个输入信号对；

矩阵解码装置，与混频装置相通信，并从所述多个输入信号对生成所述多个音频输出信号；和

20 调节装置，与矩阵解码装置相通信，并为所述听音环境定制所述多个输出信号。

84. 一种计算机可读存储介质，包括用于实现环绕处理系统的计算机可执行指令，所述环绕处理系统用于从多个音频输入信号生成多个音频输出信号，所述环绕处理系统包括：

25 输入混频器功能元件，通过第一种操作方式，与所述多个音频输入信号相通信，并生成多个输入信号对；

矩阵解码器功能元件，通过第一种操作方式，与所述输入混频器功能元件相通信，并生成所述多个音频输出信号作为所述多个输入信号对的函数；

30 调节功能元件，通过第一种操作方式，与矩阵解码器功能元件相通信，并为听音环境定制所述多个音频输出信号。

85. 一种计算机可读存储介质，包括用于实现环绕处理系统的计算机可执行指令，所述环绕处理系统用于为听音环境从多个音频输入信号生成多个音频输出信号，所述环绕处理系统包括：

5 用于混合所述多个音频输入信号以生成多个输入信号对的功能元件；

矩阵解码功能元件，与所述用于混合的功能元件相通信，并从所述多个输入信号对生成所述多个音频输出信号；和

10 调节功能元件，与矩阵解码功能元件相通信，并为所述听音环境定制所述多个音频输出信号。

86. 一种电磁信号，定义了用于实现环绕处理系统的计算机可执行指令，所述环绕处理系统用于从多个音频输入信号生成多个音频输出信号，所述电磁信号包括：

15 配置成实现输入混频器的第一部分，其中通过第一种操作方式，所述输入混频器生成多个输入信号对；

配置成实现矩阵解码器的第二部分，其中通过第一种操作方式，所述矩阵解码器生成所述多个音频输出信号作为所述多个输入信号对的函数；和

20 配置成实现调节模块的第三部分，其中通过第一种操作方式，所述调节模块为听音环境定制所述多个音频输出信号。

87. 一种电磁信号，定义了用于实现环绕处理系统的计算机可执行指令，所述环绕处理系统用于为听音环境将多个音频输入信号解码成多个音频输出信号，所述电磁信号包括：

25 配置成实现用于将所述多个音频输入信号混合以生成多个输入信号对的装置的第一部分；

配置成实现矩阵解码装置的第二部分，其中所述矩阵解码装置用于从所述多个输入信号对生成所述多个音频输出信号；和

30 配置成实现调节装置的第三部分，其中所述调节装置用于为特定听音环境定制所述多个音频输出信号。

88. 一种车辆声音处理系统，用于从多个音频输入信号生成多个音频输出信号，包括：

生成所述多个音频输入信号的音源；

5 环绕处理系统，与所述音源相通信，并生成多个输入信号对和所述多个音频输出信号，所述环绕处理系统包括：

输入混频器，其通过第一种操作方式，与所述多个音频输入信号相通信并生成多个输入信号对；

10 矩阵解码器，其通过第一种操作方式，与所述输入混频器相通信，并生成所述多个音频输出信号作为所述多个输入信号对的函数；和

调节模块，其通过第一种操作方式，与所述矩阵解码器相通信，并为听音环境定制所述多个音频输出信号；和

15 与所述环绕处理系统相通信的多个扩音器，其中所述多个扩音器将所述多个音频输出信号转换成声波。

89. 一种车辆声音处理系统，用于从多个音频输入信号生成多个音频输出信号，包括：

生成所述多个音频输入信号的音源；

20 环绕处理系统，与所述音源相通信，并生成多个输入信号对和所述多个音频输出信号，所述环绕处理系统包括：

用于将所述多个音频输入信号混合以生成多个输入信号对的装置；

25 矩阵解码装置，与所述用于混合的装置相通信，以从所述多个输入信号对生成所述多个音频输出信号；和

调节装置，与所述矩阵解码装置相通信，并为所述听音环境定制所述多个音频输出信号；和

与所述环绕处理系统相通信的多个扩音器，其中所述多个扩音器将所述多个音频输出信号转换成声波。

30

多声道声音处理系统

技术领域

5 本发明主要涉及声音处理系统。更具体的，本发明涉及具有多个输出的声音处理系统。

背景技术

消费者对音频或声音系统音质的期望值正不断提高。大体上，近
10 十年来消费者的这种期望值已显著提高，而且现在消费者期望能在广泛多样的听音环境中，包括车辆中，有高品质的声音系统。此外，潜在的音频声源数量也已增加。音频可得自诸如收音机，光盘（CD），数字化视频光盘（DVD），超级音频光盘（SACD），磁带放音装置，等等此类音源。虽然传统上，声音系统支持双声道（“立体声”）格式，
15 如今许多声音系统包括了环绕处理系统，该系统能产生一种声音来自围绕听者的所有方向的感觉（“环绕效果”）。这种环绕声音系统可支持使用两个以上分离声道（“多声道环绕系统”）的格式。在广泛多样的听音环境中产生环绕效果要考虑取决于听音环境的不同集合的可变因素。

20 环绕声音系统通常使用三个或更多个扩音器（也称为“扬声器”），这些扩音器从两个或更多个分离声道再现声音以产生环绕效果。成功开发环绕效果涉及产生一种围绕和宽广的感觉。这种围绕和宽广的感觉，尽管非常复杂，通常取决于要再现的声音的后台流（background stream）的空间性质。在听音环境中，反射面有助于围绕和宽广的感觉，
25 因为反射面把冲击的声音反射回听者。该听者可感觉到这个反射的声音以外其来自单个反射面或多个反射面，这样产生的声音来自环绕听者所有方向的感觉就被增强了。

一些数字化声音处理格式支持直接编码，并使用多声道环绕处理系统来播放声音。一些多声道环绕处理系统具有五个或更多个声道，
30 其中每个声道携带一个由一个或多个扩音器转换成声波的信号。也可

包括其它声道，诸如一个独立限定频段的低频声道。一般的多声道环绕处理格式（被称为“5.1 系统”）使用五个分离声道和一个通常为低频效果（“LFE”）保留的附加限定频段的低频声道。可以根据假设听者处于一系列扬声器的中间，来处理由 5.1 系统再现的唱片，其中所述一系列扬声器包括三个置于听者前方的扬声器，和两个置于听者之后，位于听者两侧之间和包括两侧，并大约成 45 度角的某处的扬声器。在五声道的多声道环绕系统中，声道和声道携带的信号都可被称为：左前（“LF”），中央（“CTR”），和右前（“RF”），左环绕（“LSur”），和右环绕（“RSur”）。当实现七声道时，LSur 和 RSur 可由左侧（“LS”），右侧（“RS”），左后（“LR”）和右后（“RR”）来取代。

大多数录音素材（material）以传统的二声道立体声形式来提供。但可以使用矩阵解码器从二声道信号取得环绕效果。矩阵解码器可从可包括一个左输入信号和一个右输入信号的两个输入信号，来合成四个或更多个输出信号或输出。当以这种方式使用时，矩阵解码器在一个 $N \times 2$ 的矩阵或其它矩阵中数学地描述或表示输入信号的不同组合，其中 N 是想得到的输出数目。通过类似的方式，矩阵解码器也可利用 $N \times M$ 矩阵，来从三个或更多个分离输入信号合成额外的输出信号，其中 M 是分离输入声道的数目。

当被用于从二声道信号产生环绕效果时，矩阵通常包括 $2N$ 矩阵系数，该系数定义了对于一个特定输出信号的左输入信号和/或右输入信号的比例。所述矩阵系数的值通常，部分地，取决于由一个或多个转向角指示的录音素材希望的方向。每个转向角可以是两个信号的函数。通常，一个转向角是所述左输入信号和右输入信号的函数（“左/右转向角”或“lr”），而另一个转向角是源于所述左输入信号和右输入信号的两个信号的函数（“中央/环绕转向角”或“cs”）。根据获得录音素材处的两个信号间的角度，每个转向角指示录音素材想要的角度。

音频或声音系统的设计包括了对一些不同因素的考虑，例如包括，扬声器的位置和数目以及每个扬声器的频率响应。传统上，大多数扬声器的频率响应是受限的，所以一些扬声器不能精确地，甚至根本不能，再现低频率。因此，大多数环绕处理系统也包括一个或多个被设计成或专用于产生这些低频信号的扬声器。为了把低频信号传给这种

独立低频扬声器，环绕声音系统可应用一个称为“低音管理”的处理。传统的低音管理通过使用一个分离滤波器把低频从每个声道中分离出来，并把其叠加到一起以生成单个声道（“单一的” mono）信号。因为合并的低频并没有被解相关，所以该过程可能导致环绕效果的降低。

- 5 不幸的是，前述传统低音管理可能也会导致不良结果，因为当由大多数矩阵解码器转向时，低频会听起来非常不自然。

另一个实例中，听音环境的物理特性和/或听音环境将被使用的方式将被用于指定在设计声音系统时需考虑的因素。大多数环绕声音系统是为最佳的听音环境设计的。最佳听音环境通常具有混音效果，并使听者位于一系列扬声器的中间，面向前方且位于一个被称为“最佳听音点”的位置。然而，非最佳听音环境的物理特性可能非常不同，在设计声音系统时通常需要考虑不同的因素。一个实例包括多个听者同时享受的听音环境，并且没有一个听者会固定处在“最佳听音处”。另一个实例包括，听音环境非常小并且反射性不强。这类听音环境对产生环绕效果提出了挑战。在另一个例子中，听音环境可以是这样，即一个或多个听者位于一个或多个所述扬声器附近。大多数环绕声音系统在设计都没有考虑这些因素。

一部车辆就是一个非最佳听音环境的实例，其中，听者的位置，扬声器的位置和缺少反射都是设计这种听音环境的环绕声音系统的重要因素。比起装有家庭影院系统的房间，车辆会更受限制，并且反射更是少的多。此外，扬声器可能相对地更接近听者，并且对于扬声器相对于听者的摆放位置会更缺乏自由度。事实上，几乎不可能把每个扬声器都放在距其中任一听者的距离都相等的位置。例如，在一部车辆中，前排和后排座位的位置和它们和门的接近程度，以及脚踩踏板，仪表盘，支柱（pillar），和其它能容纳扬声器的车辆内部表面的尺寸和位置都会限制扬声器的摆放。在另一个实例中，当中央扬声器被放置在仪表盘上时，由于仪表盘的空间约束，所述中央扬声器的尺寸是受到限制的。考虑到在车内声音在到达听者或车壁以前传播的距离较短，这些位置和尺寸限制是难以解决的。由于这些因素，当在非最佳听音环境中实现多声道环绕处理系统时，该系统的音质会严重下降。

发明内容

已经开发出这样的声音处理系统，其能在非最佳听音环境中产生环绕效果，但不会出现已知声音处理系统经受的音质下降。这些声音处理系统可包括矩阵解码系统和/或低音管理系统。所述矩阵解码系统和所述低音管理系统以互补的方式增强了环绕效果。所述声音处理系统也可包括可把一个或多个数字信号提供给矩阵解码系统和/或低音管理系统的信号源、后处理模块，和一个或多个用于把一个或多个输出信号转换成声波的电子声音波变换器。矩阵解码系统和低音管理系统可以在声音处理系统中作为环绕处理系统的一部分被实现。所述环绕处理系统也可包括一个调节模块，该模块可以进一步调节所述系统使其适应特定的听音环境。

所述矩阵解码系统可包括一个多声道矩阵解码方法，该方法处理输入信号并把其转换成若干输出信号，以便即使是在非最佳听音环境下也产生环绕效果。所述矩阵解码方法可包括产生作为不同输入信号的函数的输入信号对，并利用矩阵解码技术产生作为输入信号对的函数的输出信号。所述输入信号对使能在无需改动所述矩阵解码技术的情况下就能调节输出信号中包含的输入信号的组合。在这种方式中，由矩阵解码技术产生的后方输出信号可以是所有输入信号的函数。结果是，只要有一个输入信号时，就将从所述听音环境的后部发出一些声音，这样就增强了听音环境中的环绕效果，所述听音环境可能缺乏足够的混响。所述多声道矩阵解码方法可以通过延迟其中一些输出信号来进一步增强环绕效果。此外，所述多声道矩阵解码方法可生成附加输出信号。

所述矩阵解码系统可包括一个处理输入信号并将其转换成若干输出信号的矩阵解码模块。可以由输入混频器来处理输入信号，该输入混频器产生作为所述输入信号的函数的输入信号对。然后，可利用矩阵解码器把所述输入信号对解码成等数量的或更多个输出信号。矩阵解码器也可包含一个或更多个可削弱某些输出信号中的较高频率的倾斜滤波器 (shelving filter)。这些倾斜滤波器也可适合作为由一个转向角指示的所述声音的方向的函数。此外，所述矩阵解码器可包括一个或多个对一个或多个输出信号应用延迟的延迟模块。另外，所述矩阵

解码器可包括一个生成附加输出信号的附加输出混频器。

低音管理系统通常生成高频输入信号，由矩阵解码器来处理，同时将输入信号的低频成分保留在独立声道中。通过把输入信号的低频成分保留在独立声道中，从所述输入信号产生的环绕效果可以被增强。

5 此外，通过防止矩阵解码器处理所述低频输入信号，就可以避免可能由转向的低频信号产生的不自然效果。

所述低音管理系统可包含低音管理方法，该方法去除输入信号的低频成分以产生高频输入信号，并且去除输入信号的高频成分以产生低频输入信号。然后可由矩阵解码技术来处理所述高频输入信号，而

10 所述低频输入信号可放弃这种处理。此外，低音管理方法也可包括产生一个独立的低频或“SUB”信号，并可包括产生附加低频输入信号。另外，所述低音管理方法也可包括把其中一个或多个低频输入信号混合到一个或多个其它低频输入信号中。这种方法为无全频段（full-range）扬声器的低频信号提供了另一种再现途径。此外，低音

15 管理方法可包括在矩阵解码技术处理了低频输入信号和高频输入信号之后，将低频输入信号与高频输入信号组合。

低音管理系统可包括低音管理模块。这些低音管理模块可包括低通滤波器和高通滤波器，分别用于产生高频输入信号和低频输入信号。低音管理模块可进一步包括一个累加（summation）设备，用于产生一个

20 作为所有输入信号的组合的 SUB 信号。可选择的，该 SUB 信号可以由一个 LFE 信号定义。低音管理模块可进一步包括用于产生附加低频输入信号的附加累加设备。低音管理模块可进一步包括累加设备并可包括用于把所述低频输入信号的一个或多个混和到一个或多个其它低频输入信号中的增益（gain）设备。此外，可以结合一个混频器使用

25 低音管理模块，该混频器在低频输入信号和高频输入信号被矩阵解码模块处理之后重新组合这两种信号。

可以在为特定非最佳听音环境设计的声音处理系统中实现矩阵解码系统和/或低音管理系统。一个实例包括车辆听音环境。这些“车辆声音系统”可包括信号源，环绕处理系统，后处理模块，和多个遍布

30 整个车辆放置的扬声器。所述车辆的声音系统的部件可以被改造成适合于特定车辆或特定类型的车辆，这样就在整个车辆中增强了环绕效

果。环绕处理系统可包括矩阵解码模块，低音管理模块，混频器，或其组合。也可以在更大的车辆中来实现所述车辆声音系统。在这样一种实现中，所述车辆声音系统可包括附加扬声器，诸如：附加中央和侧面扬声器，其分别再现由所述环绕处理系统产生的附加中央和侧面输出信号。

通过对以下的附图和详细说明的研究，对于本领域的技术人员来说，本发明的其它系统，方法，特征和优点将会变得明显。所有这些附加系统，方法，特征和优点都应该被包含在此描述以内，并落在本发明的范围内，并被下面的权利要求所保护。

10

附图说明

通过参考以下附图和说明，将会更好地理解本发明。图中的部件并不一定依比例绘制，起重点将被放在说明本发明的原理上。

图 1 是声音处理系统的框图；

15

图 2 是低音管理方法的流程图；

图 3 是低音管理模块的框图；

图 4 是另一个低音管理模块的框图；

图 5 是多声道矩阵解码方法的流程图；

图 6 是用于产生输出信号作为输入信号对的函数的方法的流程图；

20

图 7 是多声道矩阵解码模块的框图；

图 8 是附加输出混频器的框图；

图 9 是混频器的框图；

图 10 是另一个混频器的框图；

图 11 是另外的混频器的框图；

25

图 12 是调节模块的框图；

图 13 是调节模块的框图；

图 14 是多声道矩阵解码模块关闭时另一个调节模块的框图；

图 15 是车辆多声道声音处理系统的框图；

图 16 是另一个车辆多声道处理系统的框图；和

30

图 17 是另外的车辆多声道处理系统的框图。

具体实施方式

图 1 显示了一个声音处理系统 100 的实施例。所述声音处理系统 100 可包括信号源 101，环绕处理系统 102，后处理模块 104 和电子声音波变换器 106。环绕处理系统 102 可包括低音管理模块 110，矩阵解码模块 120，混频器 150，和调节模块 180。尽管显示了一个特定配置，也可以使用那些包括较少部件或包括额外部件的其它配置。例如，环绕处理系统 102 可以不包括低音管理模块 110 和/或混频器 160。

在声音处理系统 100 中，信号源 101 向所述低音管理模块 110 提供一个数字信号。可选的，信号源 101 可把数字信号的一部分直接提供给矩阵解码模块 120，并把其它部分提供给后处理模块 104，并可能提供给混频器 160。所述信号源 101 可以从一个或多个信号源，诸如收音机，CD，DVD 等等生成数字信号，其中一些从一个或多个音源材料中获得一个或多个信号。这些音源材料可包括任意数字化编码的材料，诸如 DOLBY DIGITAL AC3[®]，DTS[®]等等，或被转换到数字领域中的原先为模拟的材料，诸如被编码的录音带 (track)。由信号源 101 生成的数字信号可包括一个或多个包含在一个或多个声道中的信号 (每个声道一个“输入信号”)。信号源 101 可从任意的 2 声道 (立体声) 的音源材料 (例如在正左和正右) 生成输入信号，以生成一个左前输入信号 (“LFI”) 和一个右前输入信号 (“RFI”)。信号源 101 也可从 5.1 声道的音源材料生成输入信号，以生成左前输入信号 (“LFI”)，右前输入信号 (“RFI”)，中央输入信号 (“CTR”)，左环绕输入信号 (“LSurI”)，右环绕输入信号 (“RSurI”) 和 LFE 信号。

低音管理模块 110 可被连接到信号源 101，从信号源接收输入信号。在此文件中，“连接到” (“coupled to”) 通常指的是任意类型电的、电子的或电磁的连接，通过该连接信号可以互通。一般而言，低音管理模块 110 生成高频输入信号输入到矩阵解码模块 120，并生成低频输入信号绕过矩阵解码器保留在独立的声道中。例如，如果低音管理模块 110 接收到一个 2 声道输入信号，它将生成一个左前高频输入信号 (“LFI_H”)，一个右前高频输入信号 (“RFI_H”)，一个左前低频输入信号 (“LFI_L”) 和一个右前低频输入信号 (“RFI_L”)。另一个实例中，如果低音管理模块 110 接收到 5.1 的分离输入信号，除了生成 LFI_H，

RFI_H, LFI_L 和 RFI_L, 它还将生成高频中央输入信号 (“CTRI_H”), 高频左环绕输入信号 (“LSurI_H”), 高频右环绕输入信号 (“RSurI_H”), 低频中央输入信号 (“CTRI_L”), 低频左环绕输入信号 (“LSurI_L”), 和低频右环绕输入信号 (“RSurI_L”). 低频输入信号可被连接到混频器 160 和/或后处理模块 104。此外, 低音管理模块 110 可产生可被连接到后处理模块 104 的附加低频信号 (“SUB”).

矩阵解码器模块 120 通常把一些输入信号分别转换成在更多个或等数量个声道中的更多个或等数量的输出信号。矩阵解码器模块 120 可被连接到信号源 101, 从其接收到输入信号, 并产生更多个或等数量个大约包含了输入信号的全部频谱的输出信号 (“全频谱输出信号”)。例如, 如果矩阵解码器模块 120 包含了一个 $N \times 7$ 矩阵解码器并被连接到信号源 101, 它从该信号源接收到 LFI 和 RFI (并可能另外接收到 CTRI, LSurI, 和 RSurI), 该矩阵解码器模块 120 将生成七个全频谱输出信号, 包括: 左前输出信号 (“LFO”), 右前输出信号 (“RFO”), 中央输出信号 (“CTRO”), 左侧输出信号 (“LSO”), 右侧输出信号 (“RSO”), 左后输出信号 (“LRO”), 和右后输出信号 (“RRO”)。在另一个实例中, 如果矩阵解码器是 $N \times 11$ 矩阵解码器并被连接到信号源 101, 它从该信号源接收到 LFI 和 RFI (并可能另外接收到 CTRI, LSurI, 和 RSurI), 除了产生以上提到的输出信号外, 它可能进一步生成第二中央输出信号 (“CTRO2”), 第三中央输出信号 (“CTRO3”), 第二左侧输出信号 (“LSO2”), 和第二右侧输出信号 (“RSO2”)。

可选的, 矩阵解码器模块 120 可被连接到低音管理模块 110, 从该模块它接收到高频输入信号, 并产生更多个或等数目个高频输出信号。例如, 如果矩阵解码器模块 120 包括一个 $N \times 7$ 矩阵解码器并被连接到低音管理模块 110, 从该模块它接收到 LFI_H 和 RFI_H (并可能另外接收 CTRI_H, LSurI_H, 和 RSurI_H), 矩阵解码器模块 120 将生成七个高频输出信号, 包括: 高频左前输出信号 (“LFO_H”), 高频右前输出信号 (“RFO_H”), 高频中央输出信号 (“CTRO_H”), 高频左侧输出信号 (“LSO_H”), 高频右侧输出信号 (“RSO_H”), 高频左后输出信号 (“LRO_H”), 和 高频右后输出信号 (“RRO_H”)。另一个实例中, 如果矩阵解码器模块 120 包括一个 $N \times 11$ 矩阵解码器并被连接到信号源

101, 从该模块它接收到 LFI 和 RFI (并可能另外接收到 CTRI, LSurI, 和 RSurI), 除了产生上述的输出信号外, 它可能进一步生成第二高频中央输出信号 (“CTRO_{2H}”), 第三高频中央输出信号 (“CTRO_{3H}”), 第二高频左侧输出信号 (“LSO_{2H}”), 和第二高频右侧输出信号
5 (“RSO_{2H}”).

如果矩阵解码器模块 120 产生高频输出信号, 这些高频输出信号可能由混频器 160 接收到。混频器 160 可能也被连接到低音管理模块 110, 它从该模块接收低频输入信号和 SUB 信号, 将高频输出信号和低频输入信号, 某些情况下, 还包括 SUB 信号组合到一起, 以生成每个
10 声道的全频谱输出信号。可选的, 混频器 160 可作为低音管理模块 110 的一部分被实现。

调节模块 180 的输入可被连接到混频器 160、矩阵解码器模块 120 (如果不包括混频器 160 的话)、或被连接到矩阵解码器模块 120 和低音管理模块 110 (如果不包括混频器 160 的话)。当被连接到混频器 160
15 时, 调节模块 180 接收到全频谱输出信号。当被直接连接到矩阵解码器模块 120 时, 调节模块 180 或接收高频输出信号或接收全频谱输出信号。当被连接到矩阵解码器模块 120 和低音管理模块 110 时, 调节模块 180 从矩阵解码器模块 120 接收到高频输出信号, 并从低音管理模块 110 接收到低频输入信号。调节模块 180 可以调节或“调谐”它接收到的信号的特定特征, 以为特定听音环境生成调节好的输出信号
20 (“已调输出信号”)。此外, 调节模块 180 可以生成附加声道中的附加已调输出信号。

后处理模块 104 可以从调节模块 180 接收到已调输出信号, 并从低音管理模块 110 或信号源 101 接收到 SUB 信号。后处理模块 104 通常
25 为将其转换成音波准备它所接收到的信号, 并且可包括一个或多个放大器和一个或多个数模转换器。电子声音波变换器 106 可以直接从后处理模块或间接通过诸如分离滤波器 (未示出) 这样的其它设备或模块接收信号。电子声音波变换器 106 通常包括扬声器, 双耳式耳机或其它把电信号转换成声波的设备。当使用扬声器时, 可以为每个声道提供至少一个扬声器, 其中每个扬声器可以包括一个或多个诸如高
30 音扬声器和低音扬声器的扬声器驱动。

包括了低音管理模块 110，矩阵解码器 120，混频器 160，调节模块 180，低音管理方法，矩阵解码方法，车辆多声道环绕处理系统，和上述组合的环绕处理系统的实现或配置，其每个都包括计算机可读软件代码或可以通过使用计算机可读软件代码来被实现。这些方法、模块、混频器和系统可以被一起实现或独立地实现。这种代码可被存储在处理器、存储器设备上或任意其它计算机可读存储介质上。可选的，该软件代码可以用计算机可读的电信号或光信号编码。该代码可以是目标代码或任意其它说明或控制了本文件所述功能的代码。所述计算机可读存储介质可以是诸如软盘的磁性存储磁盘、或诸如 CD-ROM 的光盘、半导体存储器或任意其它存储程序代码或相关数据的物理目标。

1. 低音管理系统

低音管理模块 110 通常产生由矩阵解码器处理的高频输入信号，同时把输入信号的低频成分保留在独立的声道中。通过把输入信号的低频成分保留在独立声道中，从输入信号产生的环绕效果将被增强。此外，通过防止矩阵解码器处理低频输入信号，可以避免由于转向低频信号产生的不自然效果。低音管理模块 110 可与混频器 160 结合使用，该混频器把所述低频输入信号和已经被矩阵解码器模块 120 处理过的高频输入信号（“高频输出信号”）重新组合起来。这使得每个声道的低频和高频成分能共同地被调节模块 180 和后处理模块 104 所处理。然而，如果将由独立的电子声音波变换器 106，诸如低音扬声器和高音扬声器，来分别处理每声道中信号的低频成分和高频成分，则每声道中的信号将再次需要被分离成低频成分和高频成分。可以通过使用一个设备，诸如分频滤波器，来为每个声道完成这种分离。这种设备可被连接在后处理模块 104 和电子声音波变换器 106 之间。可选的，可以没有混频器 160 来使用低音管理模块 110。当不带混频器使用时，由低音管理模块 110 生成的低频输入信号与矩阵解码器模块 120 生成的高频输出信号一起，每个可以被独立地连接到调节模块 180 并由该模块所处理，随后连接到后处理模块 104 并由其处理。从后处理模块 104 低频输入信号和高频输出信号可被独立地连接到一个或多个电子声音波变换器 106 处，这样就不再需要再次分离每个声道中输入信号

的低频成分和低频成分。

图 2 中显示了可产生低频和高频输入声道的方法的实例（一种“低音管理方法”）。尽管显示了一个特定配置，也可以使用包括较少步骤或包括额外步骤的其它配置。通常，这种低音管理方法 210 包括：从
5 输入信号中除去低频成分，以生成高频输入信号 212，从输入信号中除去高频成分，以生成初始低频输入信号 214，生成低频输入信号 215，并生成 SUB 信号 216。此外，如果输入信号包括任意环绕信号，低音管理方法 210 可包括生成低频侧面输入信号。低音管理方法可以进一步包括将低频输入信号，在某些情况下是和 SUB 信号，与在所述高频
10 输入信号已经被矩阵解码器处理之后（高频输出信号）的高频输入信号组合起来。

从输入信号 212 中去除低频成分可包括去除大约在交叉频率（“ f_c ”）以下的频率。 f_c 可以是 20Hz 左右到 1000Hz 左右。通常去除输入信号
15 212 的低频成分会产生只包含高频成分（频率在大约 20Hz 以上到大约 1000 Hz 以上）的输入信号。从输入信号 214 中去除高频成分通常包括去除大约在交叉频率 f_c 以上的频率，以生成初始低频成分。例如，如果输入信号是从生成 5.1 输入信号的信号源（见图 1，附图标记 101）处接收到的，去除大约 f_c 以上的频率将生成左前初始低频输入信号
20 （“ LFI_L' ”），右前初始低频输入信号（“ RFI_L' ”），中央初始低频输入信号（“ $CTRI_L'$ ”），左环绕初始低频输入信号（“ $LSurI_L'$ ”），和右环绕初始低频输入信号（“ $RSurI_L'$ ”）。去除输入信号 214 的高频成分通常会产生只包含低频成分（频率在大约 20Hz 以下到大约 1000 Hz 以下）的输入信号。产生 SUB 信号 216 可包括组合多个低频输入信号，组合多个低频输入信号和 LFE 信号，或仅仅利用 LFE 信号。

25 生成低频输入信号 215 可包括将初始低频信号定义成低频输入信号，生成附加低频输入信号，将任意不想要的初始低频输入信号混合到其它初始低频输入信号中，或以上的组合。例如，可以仅仅由初始输入信号定义所述输入信号。然而，某些情况下，可能会生成附加低频输入信号，因此对于每个由矩阵解码器生成的高频输出信号会有一个
30 低频输入信号。例如，如果输入信号包括任何诸如 $LSurI$ 和/或 $RSurI$ 这样的环绕信号，就可能产生诸如低频侧面输入信号这样的附加低频

输入信号。可由一些低频输入信号的组合，诸如线性组合，来产生这些低频侧面输入信号。例如，如果输入信号是从一个生成 5.1 输入信号的信号源（见图 1，附图标记 101）处接收到的，则左前，右前，中央，左环绕，和右环绕初始输入信号可以分别用于定义左前，右前，中央，左后，和右后输入信号（因此 $LFI_L = LFI_L'$ ， $RFI_L = RFI_L'$ ， $CTRI_L = CTRI_L'$ ， $LRI_L = LSurI_L'$ ，和 $RRI_L = RSurI_L'$ ）。此外，低频左侧输入信号（“ LSI_L ”）和低频右侧信号（“ RSI_L ”）可以分别根据下面的等式来定义：

$$LSI_L = 0.7CTRI_L + LFI_L + LSurI_L' \quad (1)$$

$$RSI_L = 0.7CTRI_L + RFI_L + RSurI_L' \quad (2)$$

通过类似的方式，可产生附加低频侧面输入信号。在一些较大的非最佳听音环境中，可能会希望能包含附加中央和侧面输出信号。这些附加低频信号可分别包括附加左侧和右侧输出信号 LSI_{2L} 和 RSI_{2L} 。可根据等式（1）生成 LSI_{2L} ，但需要在 LFI_L 和 $LSurI_L'$ 前添加乘法因数以改变对 LFI_L 和 $LSurI_L'$ 的相关性。类似的，可根据等式（2）生成 RSI_{2L} ，但，需要在 RFI_L 和 $RSurI_L'$ 前添加乘法因数以改变与 RFI_L 和 $RSurI_L'$ 的相关性。由于听音环境变大，可能会希望包含一个以上的附加左侧和右侧低频输入信号。可根据等式（1）生成第二和更高的附加左侧输出，但需要在 LFI_L 和 $LSurI_L'$ 前添加乘法因数以改变与 LFI_L 和 $LSurI_L'$ 的相关性，所以逐渐增大了与 $LSurI_L'$ 的相关性。可以根据等式（2）生成第二和更高的附加左侧输出，但需要在 RFI_L 和 $RSurI_L'$ 前添加乘法因数以改变与 RFI_L 和 $RSurI_L'$ 的相关性，所以逐渐增大了与 $RSurI_L'$ 的相关性。

在另外的实例中，一个或多个初始输入信号可被混合到一个或多个其它初始输出信号中。在某些扬声器或其它电子声音波变换器不能再现截止频率以下的频率的情况下，这会是有利的。通过将任意不希望声道中的低频成分混合到其它声道中，这类低频成分被保留下来。在一实例中，中央初始输入信号（ $CTRI_L'$ ）被混合到左前和右前初始输入信号中（分别被混合到 LFI_L' 和 RFI_L' ）。例如，在车辆中实现的不包含全频中央扬声器的声音处理系统中，可能会发生这种情形。把一半 $CTRI_L'$ 功率混合到 LFI_L' 中，并把一半 $CTRI_L'$ 功率混合到

RFI_L' 中。这种情况下, $LFI_L = LFI_L' + 0.7CTRI_L'$, $RFI_L = RFI_L' + 0.7CTRI_L'$, 且 $CTRI_L = 0$ 。

低音管理方法 210 可进一步包括将低频输入信号和 SUB 信号与由矩阵模块 (见图 1, 附图标记 120) 产生的高频输出信号组合。例如, 5 如果低音管理方法接收到 2 声道输入信号 (例如, 包括 LFI 和 LRI), 它从该信号产生 LFI_L 和 LRI_L , 这些低频输入信号可与由 2×7 矩阵解码器生成的高频输出信号组合, 以通过下面的等式生成全频谱高频输出信号:

$$LFO = LFO_H + LFI_L \quad (3)$$

$$10 \quad RFO = RFO_H + RFI_L \quad (4)$$

$$CTRO = CTRO_H + SUB \quad (5)$$

$$LSO = LSO_H + LFI_L \quad (6)$$

$$RSO = RSO_H + RFI_L \quad (7)$$

$$LRO = LRO_H + LFI_L \quad (8)$$

$$15 \quad RRO = RRO_H + RFI_L \quad (9)$$

在另一个实例中, 如果低音管理方法接收到 5.1 分离输入信号 (包括输入信号, 诸如, LFI, RFI, CTRI, LSurI, 和 RSurI), 它将从其产生 LFI_L , RFI_L , $CTRI_L$, LSI_L , RSI_L , LRI_L 和 RRI_L , 可以把这些低频输入信号与由 5×7 矩阵解码器生成的高频输出信号组合, 以根据 20 以下等式产生全频谱输出信号:

$$LFO = LFO_H + LFI_L \quad (10)$$

$$RFO = RFO_H + RFI_L \quad (11)$$

$$CTRO = CTRO_H + CTRO_L \quad (12)$$

$$LSO = LSO_H + LSI_L \quad (13)$$

$$25 \quad RSO = RSO_H + RSI_L \quad (14)$$

$$LRO = LRO_H + LRI_L \quad (15)$$

$$RRO = RRO_H + RRI_L \quad (16)$$

在另一个实例中, 如果低音管理方法接收到 5.1 分离输入信号 (包括输入信号, 诸如, LFI, RFI, CTRI, LSurI, RSurI), 它将从其产生 30 LFI_L , RFI_L , $CTRI_L$, LSI_L , RSI_L , LRI_L 和 RRI_L , 可将这些低频输入信号与由 5×11 矩阵解码器生成的输出信号组合, 根据等式 (10) 到 (16)

产生全频谱输出信号，并根据根据以下等式产生附加全频谱输出信号，包括第二中央(“CTRI2”), 第三中央(“CTRO3”), 第二左侧(“LSO2”), 第二右侧(“RSO2”) 输出信号:

$$CTRO2 = CTRO_H + CTRO_L \quad (17)$$

$$5 \quad CTRO3 = CTRO_H + CTRO_L \quad (18)$$

$$LSO2 = LSO2_H + LSI_L \quad (19)$$

$$RSO2 = RSO_H + RSI_L \quad (20)$$

通过将任意附加高频侧输出信号叠加到相应低频环绕信号上，这些低音管理方法可进一步产生附加全频谱侧和中央输出信号。

10 可以在诸如图 1 所示的(附图标记 110)低音管理模块中实现所述低音管理方法。低音管理模块 110 可包括将低频成分从输入信号中去除以产生高频输入信号的高频滤波器，和从输入信号中去除高频成分以产生初始低频输入信号的低频滤波器。此外，低音管理模块 110 可以通过 LFE 信号定义 SUB 信号，或可包括用于产生 SUB 信号的累加设备。另外，如果输入信号包括任意环绕信号，则低音管理模块 110
15 可包括一个或多个用于生成低频侧输入信号的累加设备。低音管理模块 110 也可包括用于把一个或多个不想要的初始低频输入信号混合到其它初始低频输入信号中的累加设备。

图 3 中显示了处理两个输入声道的低音管理模块的实例，由附图
20 标记 310 表示。尽管显示了特定的配置，但也可以使用其它带有较少部件或带有附加部件的配置。这种低音管理模块 310 可包括：高通滤波器 312，低通滤波器 314，和累加设备 316。高通滤波器 312 分别接收左前和右前输入信号 LFI 和 RFI，并从每个信号中去除其截止频率或交叉点(“ f_c ”)以下的频率，以分别产生高频左前和右前输入信号
25 LFI_H 和 RFI_H。低通滤波器 314 也分别接收左前和右前输入信号 LFI 和 RFI，但从每个信号中去除其 f_c 以上的频率，以分别产生初始低频左前和右前低频输入信号 LFI_L' 和 RFI_L'。在此实例中，高频左前低频输入信号和右前低频输入信号 LFI_L 和 RFI_L 分别定义为 LFI_L' 和 RFI_L'。高通滤波器 312 和低通滤波器 314 通常是互补的，使它们
30 输出和的频率响应大约等于输入信号。高通滤波器 312 的截止频率或交叉点(“ f_c ”)可与低通滤波器 314 的近似相等。 f_c 可等于从 20Hz 左

右到 1000Hz 左右。高通滤波器 312 和低通滤波器 314 可由单个分频滤波器来实现，该滤波器包括了一对互补的滤波器，诸如一阶巴特沃思滤波器或网格滤波器。累加设备 316 接收到 LFI_L 和 RFI_L ，并把其叠加到一起以生成 SUB 信号。

5 图 4 中显示了处理 5.1 分离输入声道（可包括 LFI, RFI, CTRI, LSurI, 和 RSurI）的低音管理模块的实例，并由附图标记 410 表示。这种低音管理模块 410 可包括：高通滤波器 412 和低通滤波器 414。高通滤波器 412 接收到五个分离输入信号 LFI, RFI, CTRI, LSurI, 和 RSurI，并从每个信号中除去其 f_c 以下的频率，以分别产生高频左前，
10 右前，中央，左环绕，和右环绕输入信号 LFI_H , RFI_H , $CTRI_H$, $LSurI_H$, 和 $RSurI_H$ 。低通滤波器 314 也接收到五个独立的输入信号 LFI, RFI, CTRI, LSurI, 和 RSurI，但从每个信号中除去其 f_c 以上的频率，以分别产生初始低频左前，右前，中央，左环绕，和右环绕输入信号 LFI_L' , RFI_L' , $CTRI_L'$, $LSurI_L'$ 和 $RSurI_L'$ 。高通滤波器 412 和低
15 通滤波器 414 通常是互补的，使得二者输出和的频率响应大约等于输入信号的相应频率。高通滤波器 412 的 f_c 可与低通滤波器 414 的近似相等。 f_c 可等于从 20Hz 左右到 1000Hz 左右。高通滤波器 412 和低通滤波器 414 可由单个分频滤波器来实现，该滤波器包括一对互补滤波器，诸如一阶巴特沃思滤波器或网格滤波器。

20 低音管理模块 410 也可包括组合低频输入信号以产生附加低频输入信号的累加设备 418 和 419。这些附加低频输入信号可包括低频左侧输入信号 LSI_L 和低频右侧输入信号 RSI_L ，可分别根据等式 (1) 和 (2)，利用累加设备 418 和 419 生成这两个信号。此实例中，可由初始低频左环绕输入信号 $LSurI_L'$ 定义低频左后输入信号 LRI_L ，并且可由初始
25 低频左环绕输入信号 $LSurI_L'$ 来定义低频右后输入信号 RRI_L ，因此分别地， $LRI_L = LSurI_L'$ 且 $RRI_L = RSurI_L'$ 。

低音管理模块 410 也可包括累加设备 420 和 421，该设备把初始低频中央输入信号 $CTRI_L'$ 分别混合到初始左前和右前低频输入信号 LFI_L' 和 RFI_L' 中。增益模块可进一步包括一个放大器，该放大器在
30 将 $CTRI_L'$ 叠加到 LFI_L' 和 RFI_L' 中之前，将 $CTRI_L'$ 乘以一个如 0.7 的常数。累加设备 421 把 $CTRI_L'$ 与 RFI_L' 混合以产生 RSI_L 。类

似的，累加设备 420 把 $CTRI_L'$ 与 LFI_L' 组合起来以产生 LSI_L 。此外，增益单元 413 可包括在 $CTRI$ 被低通滤波器 414 过滤前改变 $CTRI$ 。

低音管理模块 410 也可包括累加设备 426，该设备接收低频输入信号 LFI_L ， RFI_L ， $CTRI_L$ ， $LSurI_L$ ， $RSurI_L$ 和低频效果信号 LFE ，并把它们叠加到一起以产生 SUB 信号。此外，增益单元 417 可包括改变包含在 SUB 信号中 LFE 信号的量。可选的，可以省略累加设备 426，这样 SUB 信号将简单地等于 LFE 。

2. 矩阵解码系统

图 1 所示的矩阵解码器模块 120 可以包括任意矩阵解码方法，该方法把一些分离输入信号转换成更多个或等数量的输出信号。例如，矩阵解码器模块 120 可包括用于将二声道输入信号解码成 7 个输出信号的方法，诸如 $Logic7^{\circledR}$ 或 $DOLBY PRO LOGIC^{\circledR}$ 使用的方法。可选的，矩阵解码器模块 120 可包括以一种适合非最佳听音环境的方式解码分离多声道信号的矩阵解码方法（“多声道矩阵解码方法”）。矩阵解码器和矩阵解码方法可接收全频谱输入信号或低频输入信号。在关于矩阵解码器模块，矩阵解码器和矩阵解码方法的包括图 7 和图 8 的与这部分（矩阵解码系统）相关的示例描述中，除非另外有指示，否则当提及输入信号，输出信号，初始输出信号，或其组合时应理解为指的是全频谱和低频输入和输出信号二者。

通常，多声道矩阵解码方法在利用矩阵解码技术，将包含在一些分离输入声道中的输入信号分别转换成更多个或等数量的声道中的更多个或等数量的输出信号以前，处理这些输入信号。在利用矩阵解码技术将输入信号转换成一些输出信号以前，通过处理这些输入信号，使得生成的输出信号即使在非最佳听音环境中也会产生环绕效果。此外，该方法与已知的矩阵解码技术兼容，并且不改变矩阵解码技术就能被实现。

图 5 中显示了多声道矩阵解码技术，并由附图标记 530 表示。尽管显示了一个特定配置，但也可以使用其它那些包括较少步骤或包括附加步骤的配置。这种多声道矩阵解码方法 530 通常包括：生成输入信号对 532，和生成输出信号作为输入信号对的函数 534。作为不同输

入信号的组合生成输入信号对 532。当被用作矩阵解码技术的输入信号时，输入信号对可使输出信号包含输入信号的不同组合，如果单独由矩阵定义输出信号的话，该组合将不会被包含在内。因此，即使是在非最佳听音环境中，所述环绕效果也被增强。例如，可生成输入信号对，使得源于矩阵解码技术的后方输出信号是所有输入信号的函数。结果是，每当有输入信号时，将从听音环境的后方发出一些声音，这增强了缺少足够混音的听音环境中的环绕效果。可以生成输入信号对，使得某些输入信号或某些输入信号的一定量与邻近输入信号相混合，以在相邻声道间提供较为平缓的过渡。此外，输入信号对可以是一个或多个调谐参数的函数，可以调节这些参数来控制输出信号中包含的某些输入信号的量。结果是在相邻声道间产生较平缓的过渡，这有助于补偿听音环境内非最佳的扬声器和听者位置。此外，可以生成输入信号对，使得可基于从所有输入信号而非仅包含在前方输入信号中的信号得到的空间线索来转向输出信号。

可以为每个矩阵解码技术使用的子矩阵产生输入信号对，其中子矩阵是将特定输入信号转换成一组特定输出信号的关系或关系集合。所述关系或关系集合可以根据数学公式，图表，查询表，或类似方式来定义。例如，一个 2×7 矩阵解码器可包括三个子矩阵。第一子矩阵（“后方子矩阵”）定义了将输入信号组合以生成 LRO 和 RRO 的方式。第二子矩阵（“侧面子矩阵”）定义了将输入信号组合以生成 LSO 和 RSO 的方式，和第三子矩阵（“前方子矩阵”）定义了将输入信号组合以生成 LFO，RFO 和 CTRO 的方式。因此，对于 2×7 矩阵解码器来说，可为三个子矩阵的每一个产生输入信号对。

例如，当把五（5）分离输入信号转换到七（7）输出声道中时，用于后方子矩阵的输入信号对（“后方输入对”或“RIP”）可根据以下等式来定义：

$$RI1 = LFI + 0.9LSurI + 0.38RSurI + GrCTRI \quad (21)$$

$$RI2 = RFI - 0.38LSurI - 0.91RSurI + GrCTRI \quad (22)$$

其中 RI1 是后方输入对的第一信号（“第一后方输入信号”），RI2 是后方输入对的第二个信号（“第二后方输入信号”），而 Gr 是调谐参数（“中央到后方下混合比率”）。Gr 控制了包含在 RIP 中的 CTRI 信号

的量，因此，也控制了由矩阵解码器生成的包含在每个后方输出信号的 CTRI 的量。Gr 的典型值包括大约为 0 和小数级的值，诸如 0.1。但，Gr 可以取任意值。为 Gr 分配一个大于零的值使得可能接近后方扬声器但远离中央扬声器的听者可听到 CTRI。因此，Gr 的值可取决于实现

5 矩阵解码方法所在的听音环境。可以根据经验确定 Gr，通过根据矩阵解码技术重现声音，并调整 Gr 直至在希望位置生成理想的富有美感的

声音。

此外，可以根据下面的等式来定义用于侧面子矩阵的输入信号对（“侧面输入对”或“SIP”）：

$$10 \quad SI1=LFI+0.91LSurI+0.38RSurI+GsCTRI \quad (23)$$

$$SI2=RFI-0.38LSurI-0.91RSurI+GsCTRI \quad (24)$$

其中 SI1 是侧面输入对的第一个信号（“第一侧面输入信号”），SI2 是侧面输入对的第二个信号（“第二侧面输入信号”），而 Gs 是调谐参数（“中央到侧面下混合比率”）。Gs 控制了包含在 SIP 中的 CTRI 信号的

15 的量，因此，也控制了包含在每个由矩阵解码器生成的侧面输出信号的 CTRI 的量。Gs 的典型值从 0.1 左右到 0.3 左右，但，Gs 可以取任意值。为 Gs 分配一个大于零的值使得可能接近侧面扬声器但远离中央扬声器的听者能听到 CTRI，并可以把矩阵解码器生成的声音的中央印象（center image）进一步向后移。因此，Gs 的值可取决于实现矩阵解

20 码方法所在的听音环境。可以通过根据矩阵解码技术来重现声音，并调整 Gs 直至在希望的位置生成理想的富有美感的声音，来根据经验确定 Gs。

此外，可以根据下面的等式来定义用于前方子矩阵的输入信号对（“前方输入对”或“FIP”）：

$$25 \quad FI1=LFI+0.7CTRI \quad (25)$$

$$FI2=RFI+0.7CTRI \quad (26)$$

其中 FI1 是前方输入对的第一个信号（“第一前方输入信号”），FI2 是前方输入对的第二个信号（“第二前方输入信号”）。

此外，可以通过已知的矩阵解码技术来确定一个或多个转向角生成输入信号对（“转向角输入对”或“SAIP”）。已知的矩阵解码技术中，

30 利用左输入信号和右输入信号确定一个或多个转向角。但，当存在两

个以上的输入信号时，根据所有输入信号的方向变化来“转向”输出信号将会很有益。通过根据所有输入信号的函数的输入信号对来确定转向角，可实现此确定而无需改变用于确定转向角的方法。例如，当把五个分离输入信号转换成七个输出时，可根据以下等式来定义转向角输入对：

$$SAI1=LFI+0.7CTRI+0.91LSurI+0.38RSurI \quad (27)$$

$$SAI2=RFI+0.7CTRI-0.38LSurI-0.91RSurI \quad (28)$$

其中 SAI1 是转向角输入对的第一个信号（“第一转向角输入信号”），SAI2 是转向角输入对的第二个信号（“第二转向角输入信号”）。

一旦已生成输入信号对，就可将其用于生成初始输出信号。图 6 中更详细地显示了用于生成作为输入信号对的函数的输出信号的方法 534，该方法包括：生成初始输出信号 636，调整所有后方和侧面初始输出信号的频谱 644，对所有后方和侧面初始输出信号进行一个延迟 654。可以通过利用已知现行（active）矩阵解码技术，诸如 LOGIC 7[®] 或 DOLBY PRO LOGIC[®] 使用的那些，从输入信号对生成初始输出信号 636。通过利用现行的矩阵解码技术，后方输入对可被解码到初始后方输出信号 iRRO 和 iLRO 中，侧面输入对可被解码到初始侧面输出信号 iRSO 和 iLSO 中，并且前方输入对可被解码到初始前方输出信号 iCTRO，iLFO 和 iRFO 中，作为两个转向角 lr 和 cs 的函数。

可以进一步处理初始后方和侧面输出信号以生成后方和侧面输出信号。通常，初始前方输出信号并不会被进一步处理，因此可等于前方输出信号（iCTRO 可近似等于 CTRO，iLFO 可近似等于 LFO，而 iRO 可近似等于 RFO）。因为初始后方和侧面输出信号是所有输入信号的函数，所以每当在任意输入声道中有一个信号时，后方和侧面输出声道将生成一个信号。然而，为了增强环绕效果，通常在后方和侧面输出只需再现背景信号（通常是低频的）。实际上，在后方和侧面输出中再现高频信号可能会有不自然的感觉。因此，进一步处理初始后方和侧面输出信号可包括调整它们的频谱 644。

调整初始后方和侧面输出信号的频谱 644 可包括衰减特定频率以上的频率。特定频率可以是 500Hz 左右到 1000 Hz 左右，但也可以是任意频率。此外，调整初始后方和侧面输出信号的频谱 644 可包括衰

减作为一个或多个转向角的函数的特定频率以上的频率。例如，可以仅仅在 cs 指示输出信号被完全向前方声道转向 ($cs > 0$ 度) 时调整初始后方和侧面输出信号的频谱。可选的，初始后方和侧面输出信号的频段可以作为 cs 的函数被调整，所以当输出信号完全向前方声道转向 (5 $c > 0$ 度) 时进行全部调整，而当输出信号完全向后方声道转向 ($c = -22.5$ 度) 时不进行调整，当输出信号向两范围之间某处转向 ($-22.5 < cs < 0$) 时进行部分调整。可使用一个或多个可以作为 cs 的函数而被调整的自适应数字滤波器 (如自适应低音倾斜滤波器、自适应低通滤波器或一起使用这二者) 来完成这种衰减。

10 对初始后方和侧面输出信号的附加处理也可以包括利用一个全通滤波器来过滤 LRO 和 LSO 信号，或 RRO 和 RSO 信号。许多矩阵解码方法利用对称来减少将信号解码时需要的计算的次数。例如，矩阵解码系统可假设 $LRO = RRO$ 且 $LSO = RSO$ ，因此，只计算 RRO 和 RSO。然而，某些情况下，在 LRO 和 RRO 之间以及 LSO 和 RSO 之间实际上存在相位差。15 可通过利用叠加该相位差的全通滤波器过滤 LRO 和 LSO 信号或者 RRO 和 RSO 信号来叠加这个相位差。该相位差可能是 180 度左右。此外，该相位差可是转向角 cs 的函数，所以仅仅在 cs 大约小于 -22.5 度时才应用相位差。

为了帮助补偿非最佳的扬声器位置，对后方和侧面输出信号的附加处理也可包括对这些信号进行延迟 654。可在调整后方和侧面输出信号的频率响应之前或之后进行延迟。可对每个后方输出信号进行一个后方延迟，并且可对每个侧面输出信号进行一个侧面延迟。取决于听音环境的特征或特性，对后方输出信号进行的延迟与对侧面输出信号进行的延迟可以不同。后方延迟的值可以是 8ms 左右到 12ms 左右，但25 也可以取其他值。侧面延迟的值可以是 16 ms 左右到 24 ms 左右，但也可以取其他值。可以根据经验确定后方和侧面延迟的值，通过根据矩阵解码方法来重现声音并调节后方和侧面延迟的值，直到生成希望的声音。

30 在一些更大的非最佳听音环境中，希望能包括附加中央和侧面输出信号。因此，多声道矩阵解码方法可进一步包括生成附加输出信号。在一个实例中，生成附加输出信号包括分别生成附加左侧和右侧输出

信号 LSO2 和 RSO2, 和至少两个附加中央输出信号 CTRO2 和 CTRO3, 每个都在一个附加输出声道中。LSO2 可以大致沿着听音环境的侧面被放置, 并大致位于 LSO1 和 LRO 之间, 并可作为 LSO 和 LRO 的线性组合被生成。类似的, RSO2 可以大致沿着听音环境的侧面被放置, 并大致位于 RSO1 和 RRO 之间, 可作为 RSO 和 RRO 的线性组合被生成。CTRO2 可大致放置在 LSO 和 RSO 之间的中心处, 并且利用 CTRO 生成, 且可与 CTRO 相等。类似的, CTRO3 可大致放置在 LSO2 和 RSO3 之间的中心处, 并且通过利用 CTRO 生成, 且可与 CTRO 相等。

当听音环境变得更大时, 就可能希望包括一个以上的附加左侧、右侧和两个以上的附加中央输出信号。任意这种附加左侧输出信号可以被加到左后输出信号和左侧输出信号之间最靠近后方输出声道。第二和更高的附加左侧输出可以是 LSO 和 LRO 的线性组合, 但逐渐更依赖于 LRO。任意这种附加右侧输出可以类似地位于右侧, 并可以是 RSO 和 RRO 的线性组合, 但逐渐更依赖于 RRO。例如, 第二附加左侧输出 LSO3 可放在听音环境的侧面位于 LSO2 和 LRO 之间, 作为 LSO 和 LRO 的线性组合而生成, 并比起 LSO2 更依赖于 LRO。类似的, 第二附加右侧输出 RSO3 可以放在听音环境的侧面, 位于 RSO2 和 RRO 之间, 作为 RSO 和 RRO 的线性组合而生成, 并比起 RSO2 更依赖于 RRO。但加入每个附加左和右侧输出信号时, 如前所述, 可以至少加入一个额外中央输出。

可以在图 1 中所示的矩阵解码器模块中实现矩阵解码方法。矩阵解码器模块 120 可包括任意将一些分离信号分别转换成更多个或等数量个声道中的更多个或等数量个分离信号的矩阵解码器。例如, 矩阵解码器模块 120 可以是 2×5 或 2×7 的矩阵解码器, 诸如 Logic7[®] 或 DOLBY PRO LOGIC[®]。可选的, 矩阵解码器模块 120 可以包括能通过适合非最佳听音环境的方式对分离多声道信号进行解码的矩阵解码器 (“多声道矩阵解码器”)。所述多声道矩阵解码器可以在把输入信号分别转换成更多个或等数量个声道中的更多个或等数量个输出信号以前对输入信号进行处理。通过处理输入信号, 作为结果的输出信号可以被用于在即使是非最佳听音环境中产生环绕效果。此外, 所述多声道矩阵解码器与已知的矩阵解码器是兼容的, 并且不改变所述矩阵解码

器自身即可实现所述多声道矩阵解码器。

图 7 中显示了一个多声道矩阵解码器的实例，由附图标记 730 表示。尽管显示了一个特定配置，但也可以使用那些包括较少部件或包括额外部件的其它配置。多声道矩阵解码器 730 可包括：输入混频器
5 572，矩阵解码器 736，滤波器 746 和 748，后方滤波处理器（shelves）
750，侧面滤波处理器 752，后方延迟模块 756 和 758，和侧面延迟模
块 760 和 762。输入混频器 732 可接收五个分离输入信号（可包括 LFI，
RFI，CTRI，LSurI，和 RSurI），并生成四对输入信号包括，后方输入
对 RIP，侧面输入对 SIP，前方输入对 FIP 和转向角输入对 SAIP。输入
10 混频器 732 可根据等式（21）和（22）生成作为所有输入信号 LFI，
RFI，LSurI，RSurI，和 CTRI 的线性组合的 RIP，根据等式（23）和
（24）生成作为所有输入信号 LFI，RFI，LSurI，RSurI，和 CTRI 的线
性组合的 SIP，根据等式（25）和（26）生成作为前方输入信号 LFI，
RFI，和 CTRI 的线性组合的 FIP，根据等式（27）和（28）生成作为
15 所有输入信号 LFI，RFI，LSurI，RSurI，和 CTRI 的线性组合的 SAIP。

矩阵解码器 736 可被连接到输入混频器 732，从其接收到输入信号对，并生成作为输入信号对的函数的初始输出信号。矩阵解码器可包括转向角计算器 737，后方子矩阵 738，侧面子矩阵 740，和前方子矩阵 742。转向角计算器 737 可以利用 SAIP 生成两个转向角 ls 和 cs。转向角计算器 737 可被分别连接到后方、侧面和前方子矩阵 738、740 和
20 742，并可以把 ls 和 cs 传送给每个子矩阵。后方子矩阵 738 生成初始后方输出 iRRO 和 iLFO，侧面子矩阵 740 生成初始侧面输出 iRSO 和 iLSO，且前方子矩阵 742 生成初始前方输出信号：iCTRO、iRFO 和 iLFO。所述矩阵解码器 736 可以是已知现行的矩阵解码器，诸如 Logic7[®]
25 或 DOLBY PRO LOGIC[®]，或类似物。

初始后方和侧面输出可被进一步处理，以生成后方和侧面输出信号。初始前方输出信号可以不被处理，因此可大约等于前方输出信号。滤波器 746 和 748 可被连接到矩阵解码器 736，从该解码器它们接受到 iRRO 和 iRSO 或 iLRO 和 iLSO。此外，滤波器 746 和 748 可被连接到
30 转向角计算器 737，从其接收 cs。滤波器 746 和 748 可以是自适应数字滤波器，诸如，自适应全通滤波器，自适应低通滤波器，或这两者。

滤波器 746 和 748 可以把一个相位差应用到 iRRO 和 iRSO 或 iLRO 和 iLSO。此相位差可以是 180 度左右。此外，该相位差可以是转向角 cs 的一个函数，所以只有当 cs 大约小于 -22.5 度时才应用相位差。

5 后方和侧面滤波处理器 750 和 752 可以分别调整作为 cs 的函数的
后方和侧面输出信号的频段。例如，仅仅在 cs 指示输出信号完全向前
方声道转向 ($cs > 0$ 度) 时，后方和侧面滤波处理器 750 和 752 才可分
别调整后方的和侧面输出信号的频谱。可选的，后方和侧面滤波处理器
750 和 752 可以分别调整后方的和侧面滤波处理器的频谱作为 cs 的函数，
所以当输出信号完全向前方声道转向 ($c > 0$ 度) 时进行全调整，当输出
10 信号完全向后方声道转向 ($c = -22.5$ 度) 时不进行调整，当输出声道向
中间某角度 ($-22.5 < cs < 0$) 时进行部分调整。后方和侧面滤波处理器 750
和 752 可分别包括频域滤波器，诸如倾斜滤波器。

可以把一对后方延迟模块 756 和 758 连接到后方滤波处理器 750
处，并从其接收到 iRRO(已过滤的或未过滤的)和 iLRO(已过滤的或未
15 过滤的)。后方延迟模块 756 和 758 可以分别对 iRRO(已过滤的或未过
滤的)和 iLRO(已过滤的或未过滤的)进行一个时间延迟，以分别生成
输出信号 RRO 和 LRO。类似的，一对侧面延迟模块 760 和 762 可连接
到侧面滤波处理器 752 处，并从其接收到 iRSO(已过滤的或未过滤的)
和 iLSO(已过滤的或未过滤的)。侧面延迟模块 760 和 762 可以分别
20 对 iRSO(已过滤的或未过滤的)和 iLSO(已过滤的或未过滤的)进行一
个时间延迟，以分别生成输出信号 RSO 和 LSO。取决于听音环境的特
征和特性，后方延迟模块 756 和 758 采用的延迟可能与侧面延迟模块
760 和 762 采用的不同。后方延迟模块 756 和 758 可以采用值为 8ms
到 12ms 左右的时延，但也可以取其它值。侧面延迟模块 760 和 762 可
25 以采用值为 16ms 到 24ms 左右的时延，但也可以取其它值。通过根据
所述矩阵解码方法来再现声音并调整后方的和侧面延迟的值直至生成希
望的声音，可以分别根据经验来确定后方延迟模块 756 和 758 以及侧
面延迟模块 760 和 762 采用的延迟的值。可选的，后方滤波处理器 750
和后方延迟模块 756，758 的位置可以颠倒。类似的，侧面滤波处理器
30 752 和侧面延迟模块 760，762 的位置也可以颠倒。

多声道矩阵解码器也可包括用于生成附加输出信号的混频器 (“附

加输出混频器”)。图 8 显示了一个附加输出混频器的实施例，并由附图标记 870 来表示。附加输出混频器 870 可以连接到（如图 7 所示）后方延迟 756，后方延迟 758，侧面延迟 760，侧面延迟 762，以分别接收 RRO，LRO，RSO 和 LSO，并连到矩阵解码器 736 以接收 CTRO。

5 利用 RRO，LRO，RSO，LSO 和 CTRO，附加输出混频器 870 生成四个附加输出信号包括 CTRO2，CTRO3，LSO2，和 RSO2。

附加输出混频器 870，如图 8 所示，可以是纵横制混频器（crossbar mixer）并可包括几个增益模块 871，872，873，874，875 和 876，以及两个累加模块 877 和 878。附加输出混频器 870 可接收到所有七个输出信号或仅仅接收到 CTRO，LRO，LSO，RRO 和 RSO。如果附加输出混频器 870 接受到所有七个输入信号，LFO 和 RFO 将不被处理地通过附加输出混频器 870。CTRO 被连接到增益模块 871 和 872，每个模块都对 CTRO 应用一个增益，以生成附加输出 CTRO2 和 CTRO3。增益模块 871 和 872 应用的增益可以不相等。由增益模块 873 和 874 分别将一个增益应用到 LRO 和 LSO 上。增益模块 873 和 874 应用的增益可以不相等。通过利用累加模块 877 可以把已经获得增益的 LRO 和 LSO 叠加起来以生成附加输出信号 LSO2。类似的，增益模块 875 和 876 分别对 RRO 和 RSO 应用一个增益。增益模块 875 和 876 应用的增益可以不相等。通过利用累加模块 878 可以把已经获得增益的 RRO 和 RSO 叠加起来以生成附加输出信号 RSO2。这些增益可根据经验确定。

10
15
20

3. 混频器

可以结合低音管理模块 110 使用图 1 中显示的混频器 160，并将矩阵解码器 120 生成的高频输出信号和低音管理模块 110 生成的低频输入信号和 SUB 信号组合。混频器 160 可被连接到矩阵解码器模块 120 和低音管理模块 110 上。

25

图 9 中显示了一个可用于将 2×7 矩阵解码器生成的高频输出信号与低音管理模块生成的低频输入信号组合的混频器的实例。混频器 970 可包括几个累加模块 971，972，973，974，975，976 和 977，所述模块分别根据等式 (3) 到 (9)，将 2×7 矩阵解码器生成的高频输出信号 (LFO_H ， RFO_H ， $CTRO_H$ ， LSO_H ， RSO_H ， LRO_H ，和 RRO_H) 与低

30

音管理模块生成的低频输入信号 (LFI_L , RFI_L) 和 SUB 信号组合, 以生成全频段输出信号 LFO, RFO, CTRO, LSO, RSO, LRO 和 RRO。

图 10 中显示了可用于将 5×7 矩阵解码器生成的高频输出信号与低音管理模块生成的低频输入信号组合的混频器的实例。混频器 1070 可包括几个累加模块 1071, 1072, 1073, 1074, 1075, 1076 和 1077, 其分别根据等式 (10) 到 (16), 把 5×7 矩阵解码器生成的高频输出信号 (LFO_H , RFO_H , $CTRO_H$, LSO_H , RSO_H , LRO_H , 和 RRO_H) 与低音管理模块生成的低频输入信号 (LFI_L , RFI_L , $CTRI_L$, LSI_L , RSI_L , LRI_L 和 RRI_L) 组合, 以生成全频段输出信号 LFO, RFO, CTRO, LSO, RSO, LRO 和 RRO。

图 11 中显示了可用于将 5×11 矩阵解码器生成的高频输出信号与低音管理模块生成的低频输入信号组合起来的混频器的实例。混频器 1170 通常包括几个累加模块 1171, 1172, 1173, 1174, 1175, 1176, 1177, 1178, 1179, 1180 和 1181, 其分别根据等式 (10) 到 (20), 把 5×11 矩阵解码器生成的高频输出信号 (LFO_H , RFO_H , $CTRO_H$, $CTRO2_H$, $CTRO3_H$, LSO_H , $LSO2_H$, RSO_H , $RSO2_H$, LRO_H , 和 RRO_H) 与低音管理模块生成的低频输入信号 (LFI_L , RFI_L , $CTRI_L$, LSI_L , RSI_L , LRI_L 和 RRI_L) 组合, 以生成全频段输出信号 LFO, RFO, CTRO, LSO, RSO, LRO, RRO, CTRO2, CTRO3, LSO2 和 RSO2。通过包括附加累加模块来把任意附加高频侧面输出信号累加到相应的低频环绕信号, 混频器 1170 可以被扩展到生成附加全频段侧面输出信号。可选的, 如果低音管理模块生成的低频输入信号包括附加低频侧面输入信号, 诸如: $LSI2_L$ 和 $RSI2_L$, 这些附加低频侧面输入信号可以分别被累加到相应附加高频输出信号, 诸如 $LSO2_H$ 和 $RSO2_H$ 。

25

4. 调节模块:

如图 1 所示, 能为特定听音环境定制 (customize) 声音处理系统生成的声波通常是很有益的。因此, 声音处理系统 100 可以包括调节模块 180。调节模块 180 可从矩阵解码器模块 120 或混频器 160 接收全频段输出信号, 或从矩阵解码器模块 120 接收高频输出信号, 和从低音管理模块 110 接收低频输入信号。利用它接收到的信号, 调节模块

30

180 生成已为特定听音环境调节好的信号（已调输出信号）。此外，调节模块 180 可生成附加已调输出信号。例如，当生成 5 个输出信号时，已调输出信号包括已调左前输出信号 LFO'，已调右前输出信号 RFO'，已调中央输出信号 CTRO'，已调左后输出信号 LRO'，已调左侧输出信号 LSO'，已调右后输出信号 RRO' 和已调右侧输出信号 RSO'。当生成十一个输出信号时，除了生成前面七个已提到的已调输出信号外，还生成第二已调中央输出信号 CTRO2'，第三已调中央输出信号 CTRO3'，第二已调左侧输出 LSO2' 和第二已调右侧输出 RSO2'。

10 为特定听音环境调节输出信号可包括对每个输出信号确定和应用适当的增益、均衡和延迟。可以假设增益、均衡和延迟的初始值，然后在特定听音环境内根据经验对其进行调节。例如，一个延迟可以被应用到某信号上，所述信号在距前方信号再现处有一段距离的地方被再现。延迟的长度可以是到再现前方输出信号的位置的距离的函数。

15 例如，可以对侧面输出信号和后方输出信号应用一个延迟，其中应用到后方输出信号的延迟可比应用到侧面输出信号的延迟长。可以选择增益和均衡来补偿任意可用于从输出信号生成声音的电子声音波变换器间的不统一。

图 12 中显示了调节模块的一个实例。调节模块 1290 可包括增益单元 1292、均衡器单元 1294 和延迟单元 1296。所述增益模块 1292、均衡器模块 1294 和延迟模块 1296 可以为特定听音环境或听音环境的类型调节输出信号以生成已调输出信号。对于调节模块 1290 接收到的每个信号，增益模块 1292、均衡模块 1294 和延迟模块 1296 可分别包括一个独立的增益单元、均衡器单元和延迟单元。因此，如果调节模块 1290 从低音管理模块和矩阵解码器接收到信号，将需要两倍的增益单元、均衡单元和延迟单元。每个独立的增益单元可接收不同声道中的不同信号，然后把每个信号连接到均衡器模块 1294 中的独立的均衡器单元。然后所述信号可被连接到延迟模块 1296 中独立的延迟单元以生成已调输出信号。这些增益单元、均衡器单元和延迟单元应用的增益、均衡和延迟可以在特定听音环境中根据经验来确定，并可以利用假设的初始值来确定。可以选择增益和均衡来补偿任意可用于从输

出信号生成声音的电子声音波变换器之间的不统一性。

图 1 的声音处理系统也可以以一种可选的方式工作，其中矩阵解码器模块 120 可以不被使用。这种情况下，如果包含低音管理模块 110 和混频器 160 的话，这二者也可以不被使用。当声音处理系统 100 以
5 这种可选方式操作时，调节模块 180 也可以以一种可选的方式操作，以生成附加已调输出信号来取代那些过去由目前不工作的矩阵解码器模块 120 生成的信号。图 13 显示了被设计成对七个以这种附加方式操作的信号进行调谐的调节模块的框图。尽管显示了一个特定配置，也可以使用那些包括较少部件或包括额外部件的其它配置。以可选方式
10 工作的调节模块 1390 通常从五个分离输入信号生成两个附加输出信号，并可包括增益模块 1392、均衡器模块 1394 和延迟模块 1396，其中每个都可以包括与它在非可选模式中包含的数量相等的增益单元、均衡器单元和延迟单元。然而，在所述可选方式中，调节模块 1392 接收到的一些信号可被连接到一个以上的增益单元处。增益模块 1392 可
15 包括七个增益单元 1380, 1381, 1382, 1383, 1384, 1385, 和 1386。增益单元 1380, 1381, 1382, 1383, 1384, 1385, 和 1386 每个可分别接收到独立的分离输入信号 LFI, RFI, CTRI, LSurI 和 RSurI, 并可以把所述信号连接到均衡器模块 1394 内独立的均衡器单元（未示出）。然后，可以把所述信号连接到延迟模块 1396 内独立的延迟单元（未示
20 出）以生成已调输出信号 LFI', RFI', CTRI', LSurI' 和 RSurI'。然而，增益单元 1384 也接收 LSurI, 所述单元可将所述信号连接到均衡器模块 1394 内独立的均衡器单元（未示出）。然后，LSurI 可以被连接到延迟模块 1396 内独立的延迟单元（未示出）以生成附加已调输出信号 LSurI'₂。类似的，增益单元 1386 接受到 RSurI, 所述单元可
25 将所述信号连接到均衡器模块 1394 内独立的均衡器单元（未示出）。然后，RSurI 可以被连接到延迟模块 1396 内独立的延迟单元（未示出）以生成附加已调输出信号 RSurI'₂。

图 14 显示了被设计成对以可选方式操作的十一个信号进行调谐的调节模块的框图，并由附图标记 1490 来指示。尽管显示了一个特定配置，也可以使用那些包括较少部件或包括额外部件的其它配置。可选
30 方式 490 中的调整模块可以从五个分离输入信号生成六个附加输出信

号，并可包括增益模块 1492、均衡器模块 1494 和延迟模块 1496，其中每个模块都可以包含与它在非可选方式中包含的增益单元、均衡器单元和延迟单元的数量相等的所述单元。但在所述可选方式中，调整模块 1492 接收到的一些信号可以被连接到一个以上的增益单元处。增益模块 1492 可以包括十一个增益单元 1470, 1471, 1472, 1473, 1474, 1475, 1476, 1477, 1478, 1479 和 1480。增益单元 1470, 1471, 1472, 1475 和 1478 每个可以分别接收一个独立的分离输入信号 LFI, RFI, CTRI, LSurI 和 RSurI, 并把信号连接到均衡器模块 1494 内独立的均衡器单元（未示出）。然后，把所述信号连接到延迟模块 1496 内独立的延迟单元（未示出），以生成已调输出信号 LFI' , RFI' , CTRI' , LSurI' 和 RSurI' 。但增益单元 1473 和 1474 也可接收 CTRI, 其中可把每个信号连接到均衡器模块 1494 内独立的均衡器单元（未示出）。然后可以把所述信号连接到延迟模块 1496 内独立的延迟单元（未示出），以生成附加已调中央输出信号 CTRI₂' 和 CTRI₃' 。类似的，增益单元 1476 和 1477 每个可以接收 LSurI, 其中可把每个信号连接到均衡器模块 1494 内独立的均衡器单元（未示出）。然后可以把所述信号连接到延迟模块 1496 内独立的延迟单元（未示出），以生成附加已调左侧输出信号 LSurI₂' 和 LSurI₃' 。类似的，增益单元 1479 和 1480 每个可以接收 RSurI, 其中可以把每个信号连接到均衡器模块 1494 内独立的均衡器单元（未示出）。然后可以把所述信号连接到延迟模块 1496 内独立的延迟单元（未示出），以生成附加已调输出信号 RSurI' 。

5. 车辆多声道声音处理系统：

可以在任意类型的听音环境中实现声音处理系统，并可以为特定类型的听音环境设计声音处理系统。图 15 显示了在一个车辆听音环境中实现的多声道声音处理系统（“车辆多声道声音处理系统”）的实例。在这个实例中，车辆多声道声音处理系统 1500 位于车辆 1501 中，该车辆包括门 1550, 1552, 1554 和 1556, 驾驶员座位 1570, 客位 1572 和后座 1576。尽管显示的是一个四门车辆，所述车辆多声道声音处理系统 1500 可在具有更多个或更少个门的车辆中实现。所述车辆可以是汽车，卡车，公共汽车，火车，飞机，轮船，或类似物。尽管置

只显示了一个后座，但较小的车辆可能只有一个或两个座位而不带后座，而较大的车辆可能具有一个以上的后座或多排后座。尽管显示了一个特定配置，也可以使用那些包括较少部件或包括额外部件的其它配置。

5 车辆多声道声音处理系统 1500 包括多声道环绕处理系统 (MS) 1502，该系统可包括任意前述的环绕处理系统或其组合，这些系统包括了多声道矩阵解码器和/或多声道矩阵解码方法。所述多声道环绕处理系统也可包括低音管理模块，并可以进一步包括前述的混频器。车辆多声道声音处理系统 1500 包括一个可位于仪表板 1594、行李箱 1592
10 或整个车辆其它位置的信号源 (未示出)，其将一个数字信号连接到多声道环绕处理系统上。车辆多声道声音处理系统 1500 也包括一个以上位于遍及车辆 1501 的或直接或间接通过后处理模块的扬声器。所述扬声器可以包括前方中央扬声器 (“CTR 扬声器”) 1504，左前扬声器 (“LF 扬声器”) 1506，右前扬声器 (“RF 扬声器”) 1508，和至少一对环绕
15 扬声器。环绕扬声器可包括左侧扬声器 (“LS 扬声器”) 1510，右侧扬声器 (“RS 扬声器”) 1512，左后扬声器 (“LR 扬声器”) 1514 和右后扬声器 (“RR 扬声器”) 1516，或扬声器设置的组合。也可以使用其它扬声器设置。尽管没有显示，但可设置一个或多个专用副低音扬声器 (subwoofer) 或其它驱动器。专用副低音扬声器或其它驱动器可从低
20 音管理模块接收 SUB 或 LFE 信号。可能的副低音扬声器安装位置包括行李箱 1592 和后窗台板 1590。

CTR 扬声器 1504，LF 扬声器 1506，RF 扬声器 1508，LS 扬声器 1510，RS 扬声器 1512，LR 扬声器 1514，和 RR 扬声器 1516 可被放置在车辆 1501 内，围绕着通常乘客就座的区域。CTR 扬声器 1504 可以
25 放置在驾驶员座位 1570 与客位 1572 的前方并位于该座位之间。例如，CTR 扬声器 1504 可以被放在驾驶室仪表板 1594 内。LR 和 RR 扬声器 1514 和 1516 可分别被放在后座 1576 两端的后方并冲着其两端。例如，LR 和 RR 扬声器 1514 和 1516 可分别被放在后窗台板 1590 中或车辆 1501 后部的其它空间中。可包括 LF 和 RF 扬声器 (分别是 1506 和 1508)
30 的前方扬声器可沿着车辆 1501 的两侧放置，并分别对着驾驶员座位 1570 和客位 1572 的前部。同样地，包括 LS 和 RS 扬声器 1510 和 1512

的侧面扬声器可类似地分别放置在后座 1576 相关的位置。例如，前方和侧面扬声器都可以被放在车辆 1501 的门 1552，1556，1550 和 1554 中。此外，所述扬声器每个可以包括一个或多个诸如高音扬声器和低音扬声器的扬声器驱动器。高音扬声器和低音扬声器可以独立地由高频输出信号和低频输入信号分别驱动，所述信号可直接从低音管理模块或从一个或多个分离滤波器接收到。高音扬声器和低音扬声器可以被彼此相邻地放置在基本上同一个位置处或放在在不同的位置。LF 扬声器 1506 可包括被放在门 1552 中或放在与侧面反光镜高度大略相等的某处的高音扬声器，并可包括被放置在门 1552 中位于所述高音扬声器下面的低音扬声器。LF 扬声器 1506 可具有其它高音扬声器和低音扬声器的布置。CTR 扬声器 1504 可以被安装在前仪表板 1594 的前面，但也能安装在顶棚中，位于后视镜（未示出）的上部或附近，或位于车辆 1501 中的其它某处。

在车辆多声道声音处理系统 1500 的一种操作方式中，多声道环绕处理系统 1502 可以生成七个全频段输出信号 LFO'，RFO'，CTRO'，LRO'，LSO'，RRO' 和 RSO'，每个在七个不同的输出声道的一个中。然后，LFO'，RFO'，CTRO'，LRO'，LSO'，RRO' 和 RRO' 可被连接到后处理模块，并且然后可以继续通过分离滤波器，分别到达 LF 扬声器 1506，RF 扬声器 1508，CTR 扬声器 1504，LR 扬声器 1514，LS 扬声器 1510，RR 扬声器 1516，和 RS 扬声器 1512，以转换成声波。可选的，多声道环绕处理系统 1502 可以生成七个高频输出信号和七个低频输入信号，这些信号可被连接到后处理模块，然后可以继续被分别连接到适当扬声器的高音扬声器和低音扬声器。在另一种操作方式中，不使用多声道环绕处理系统 1502，车辆多声道声音处理系统 1500 可生成七个可选输出信号 LFI'，RFI'，CTRI'，LsurI₁'，LsurI₂'，RsurI₁' 和 RsurI₂'，每个信号都在七个不同输出声道的其中一个中。LFI'，RFI'，CTRI'，LsurI₁'，LsurI₂'，RsurI₁' 和 RsurI₂' 可以被连接到后处理模块，然后分别直接或间接地连接到 LF 扬声器 1506，RF 扬声器 1508，CTR 扬声器 1504，LR 扬声器 1514，LS 扬声器 1510，RR 扬声器 1516，和 RS 扬声器 1512，以转换成声波。在任一方式中，多声道环绕处理系统 1502 也可在一个

独立的声道中生成 LFE 或 SUB 信号。LFE 或 SUB 信号可由置于车辆内的扩音器（未示出）转换成声波。

多声道环绕处理系统 1502 也可包括调节模块。可以分别为每个增益、均衡器和延迟单元设置增益、频率响应和延迟的初始值，然后该值可以在图 15 的车辆多声道声音处理系统 1500 被安装在车辆中时被调节。通常，初始值可以是那些以前描述过的值或其它特别适合特定车辆、车辆类型、或种类（class）的值。当车辆多声道声音处理系统 1500 被安装到车辆 1500 中时，根据上述的方法调节所述初始值以分别为每个增益模块、均衡器和延迟确定增益、频率响应和延迟的已调值。可以选择增益和均衡来补偿可用于从输出信号生成声音的电子声音波变换器的不一致性。

也可以在更大的车辆听音环境中，诸如在具有多排后座的那些车辆（“较大车辆”）中，实现声音处理系统。图 16 显示了在较大车辆中实现车辆多声道声音处理系统的实施例。车辆多声道声音处理系统 1600 被放置在车辆 1601 中，该车辆包括门 1650，1652，1654 和 1656，驾驶员座位 1670，客位 1672，后座 1676 和附加后座 1678。尽管显示了一辆四门车辆，车辆多声道声音处理系统 1600 也可以被用于具有更多个或更少个门的车辆中。所述车辆可以是汽车，公交车，火车，卡车，飞机，轮船或类似物。尽管只显示了一个附加后座，但其它较大车辆可以具有两个以上后座或两排以上的后座。尽管显示了一个特定配置，也可以使用那些包括较少部件或包括额外部件的其它配置。

车辆多声道声音处理系统 1600 包括多声道环绕处理系统（MS）1602，其可以包括任意前述的环绕处理系统或其组合，所述环绕处理系统包含多声道矩阵解码器和/或实现多声道矩阵解码方法。车辆多声道声音处理系统 1600 可以包括一个可位于仪表板 1594、后部存储区域 1692 或所述车辆内其它位置的信号源（未示出）。多声道环绕处理系统 1602 也可以包括上述的低音管理模块并可进一步包括混频器。车辆多声道声音处理系统 1600 也可以包括几个放置在遍布车辆 1601 内各处的，或直接地或间接地通过一个后处理模块的扩音器。所述扬声器包括一组中央扬声器，LF 扬声器 1606，RF 扬声器 1608，和至少两对环绕扬声器。这组中央扬声器可包括中央扬声器（“CTR”）1604，第二

中央扬声器 (“CTR2”) 1622 和第三中央扬声器 (“CTR3”) 1624。环绕扬声器可以包括 LS 扬声器 1610, 第二左侧扬声器 (“LS2 扬声器”) 1618, RS 扬声器 1612, 第二右侧扬声器 (“RS2 扬声器”) 1620, LR 扬声器 1614 和 RR 扬声器 1616, 或扬声器装置 (set) 的组合。可以使用其它扬声器设置。虽然未显示, 但可以设置一个或多个专用的副低音扬声器或其它驱动器。其它驱动器的专用副低音扬声器可从低音管理模块接收到 SUB 或 LFE 信号。可能的副低音扬声器安装位置包括后部存储区域 1692。

CTR, LF, RF, LS, RS, LR 和 LS 扬声器 1604, 1606, 1608, 1610, 1612, 1614 和 1616 分别以与上述图 15 中相应的扬声器类似的方式来放置。图 16 中, LS2 和 RS2 扬声器 1618 和 1620 可以分别被放置在接近附加后座 1678 处, 并可以分别被放置在门 1650 和 1654 内。CTR2 扬声器 1622 和 CTR3 扬声器 1624 可以分别被放在后座 1676 和附加后座 1678 的前部中央。CTR2 扬声器 1622 和 CTR3 扬声器 1624 可以分别被吊挂 (suspend) 在车辆 1601 的顶部, 或嵌入驾驶员座位 1670 或客位 1672, 和后座 1676 之中。此外, CTR2 扬声器 1622 和 CTR3 扬声器 1624 可以与视频播放模块一起安装, 为电影、节目等等提供声音。此外, 所述扬声器每个可以包括一个或多个诸如高音扬声器和低音扬声器这样的扬声器驱动器, 其操作方式和安装位置都与上述图 15 中的那些类似。

车辆多声道声音处理系统 1600 的一种操作方式中, 多声道环绕处理系统 1602 可生成十一个全频段输出信号 LFO', RFO', CTRO', CTRO2', CTRO3', LRO', LSO', LSO2', RRO', RSO' 和 RSO2', 每个信号都在十一个不同输出声道的其中一个中。然后, LFO', RFO', CTRO', CTRO2', CTRO3', LRO', LSO', LSO2', RRO', RSO' 和 RSO2' 可被连接到后处理模块并且然后, 可以继续通过分离滤波器, 分别到达 LF 扬声器 1506, RF 扬声器 1508, CTR 扬声器 1504, CTR2 扬声器 1522, CTR3 扬声器 1524, LR 扬声器 1514, LS 扬声器 1510, LS2 扬声器 1550, RR 扬声器 1516, RS 扬声器 1512 和 RS2 扬声器 1520, 以转换成声波。可选的, 多声道环绕处理系统 1602 可以生成十一个高频输出信号和十一个低频

输入信号，这些信号可被连接到后处理模块并且，然后被分别连接到适当扬声器的高音扬声器和低音扬声器。在另一种操作方式中，不使用多声道环绕处理系统 1602，车辆多声道声音处理系统 1600 可生成十一个可选的输出信号 LFI'，RFI'，CTRI'，CTRI₂'，CTRI₂'，LRI'，LSI'，LSI₂'，RRO'，RSO'，和 RSO₂' 每个信号都在十一个不同输出声道的其中一个中。所述可选输出信号，ALFO'，ARFO'，和 ACTRO'，可分别对应于分离信号解码器生成的分离输入信号 LFI、RFI 和 CTR。LFI'，RFI'，CTRI'，CTRI₂'，CTRI₂'，LRI'，LSI'，LSI₂'，RRO'，RSO'，和 RSO₂' 可被连接到后处理模块，然后分别直接或间接地连接到 LF 扬声器 1606，RF 扬声器 1608，CTR 扬声器 1604，CTR2 扬声器 1622，LR 扬声器 1614，LS 扬声器 1610，LS2 扬声器 1618，RR 扬声器 1616，RS 扬声器 1612，和 RS2 扬声器 1620，以转换成声波。在任一方式中，多声道环绕处理系统 1602 也可在一个独立的声道中生成 LFE 或 SUB 信号。LFE 或 SUB 信号可由置于车辆内的扩音器（未示出）转换成声波。

多声道环绕处理系统 1602 也可包括调节模块。可以分别为每个增益模块、均衡器和延迟单元设置增益、频率响应和延迟的初始值，然后可以在车辆多声道声音处理系统 1600 被安装在车辆中时调节该值。通常，初始值可以是那些以前描述过的值或其它特别地适合特定车辆、车辆类型、或种类的值。当车辆多声道声音处理系统 1600 被安装到车辆 1600 中时，根据上述的方法调节所述初始值来分别为每个增益模块，均衡器和延迟确定增益、频率响应和延迟的已调值。可以选择增益和均衡来补偿可用于从输出信号生成声音的电子声音波变换器间的不一致性。

图 17 显示了在较大车辆听音环境中实现的车辆多声道声音处理系统的另一个实施例。这种车辆多声道声音处理系统 1700 可以在车辆 1701 中实现，所述车辆可与图 16 说明的那种车辆类似。此外，图 17 的车辆环绕系统 1700 可与有关图 16 所述的车辆环绕系统大致相同，只是图 16 的 CTR2 扬声器 1622 和 CTR3 1624 扬声器中的每个可以分别被一对扬声器 CTR2a 1722，CTR2b 1724 和 CTR3a 1726，CTR3b 1728 所取代。第一对扬声器 CTR2a 1722，CTR2b 1724 可以分别被吊挂在车

5 辆 1701 的顶部或嵌入驾驶员座位 1770 和客位 1772 中。第二对扬声器 CTR3a 1726, CTR3b 1728 也可以被吊挂在车辆 1701 的顶部或嵌入后座 1776 中。此外, 这些扬声器可以与视频播放设备一起安装, 为电影、节目等等提供声音。当与视频播放设备一起安装时, 这些扬声器的每一个可包括一对安装在视频播放设备两侧的扬声器。此外, 这些扬声器的每一个可包括用于接收双耳式耳机的终端或插孔, 且每个可以包括独立的音量控制设备。

10 利用包含更多个前面所述的附加侧面和中央输出信号的多声道环绕处理系统, 可以在带有两排以上后座的较大车辆中实现车辆多声道声音处理系统。这些多声道环绕处理系统可以直接地或间接地利用每个附加侧面和中央输出信号驱动至少一个附加扬声器。可以把每个附加左侧扬声器加到所述车辆的侧面, 位于左后扬声器和最近的左侧扬声器之间。类似的, 可以把每个附加右侧扬声器加在车辆的侧面, 位于右后扬声器和最接近的右侧扬声器之间。每对附加侧面扬声器可以被放在车辆中接近附加后座的位置, 同时至少一个附加中央扬声器被
15 与每对附加侧面扬声器大致平行地放置。

虽然描述了本发明的不同实施方案, 但对于本领域的普通技术人员来说, 很明显在本发明的范围内可能有更多的实施方案和实现方法。例如, 尽管本文件公开的多声道声音处理系统和矩阵解码系统(包括
20 方法, 模块和软件)被描述为利用五个分离输入信号, 所述系统也可以利用一个, 两个, 三个或四个输入信号起作用。只要存在至少两个输入信号, 该系统就能在即使是非最佳听音环境中生成环绕效果。因此, 本发明除了受到随后的权利要求和其等同意义的限制外, 本发明并不受其它限制。

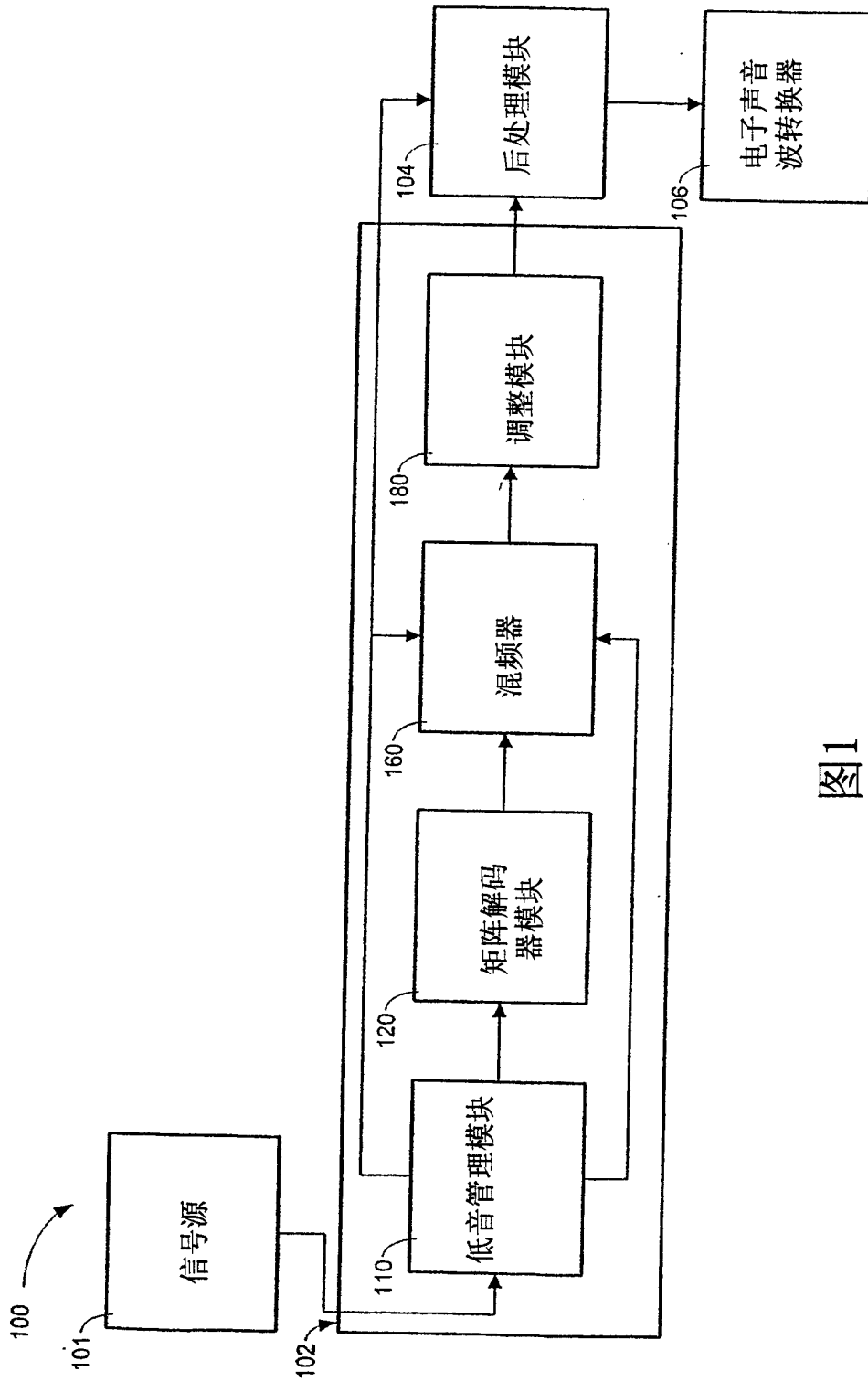


图1

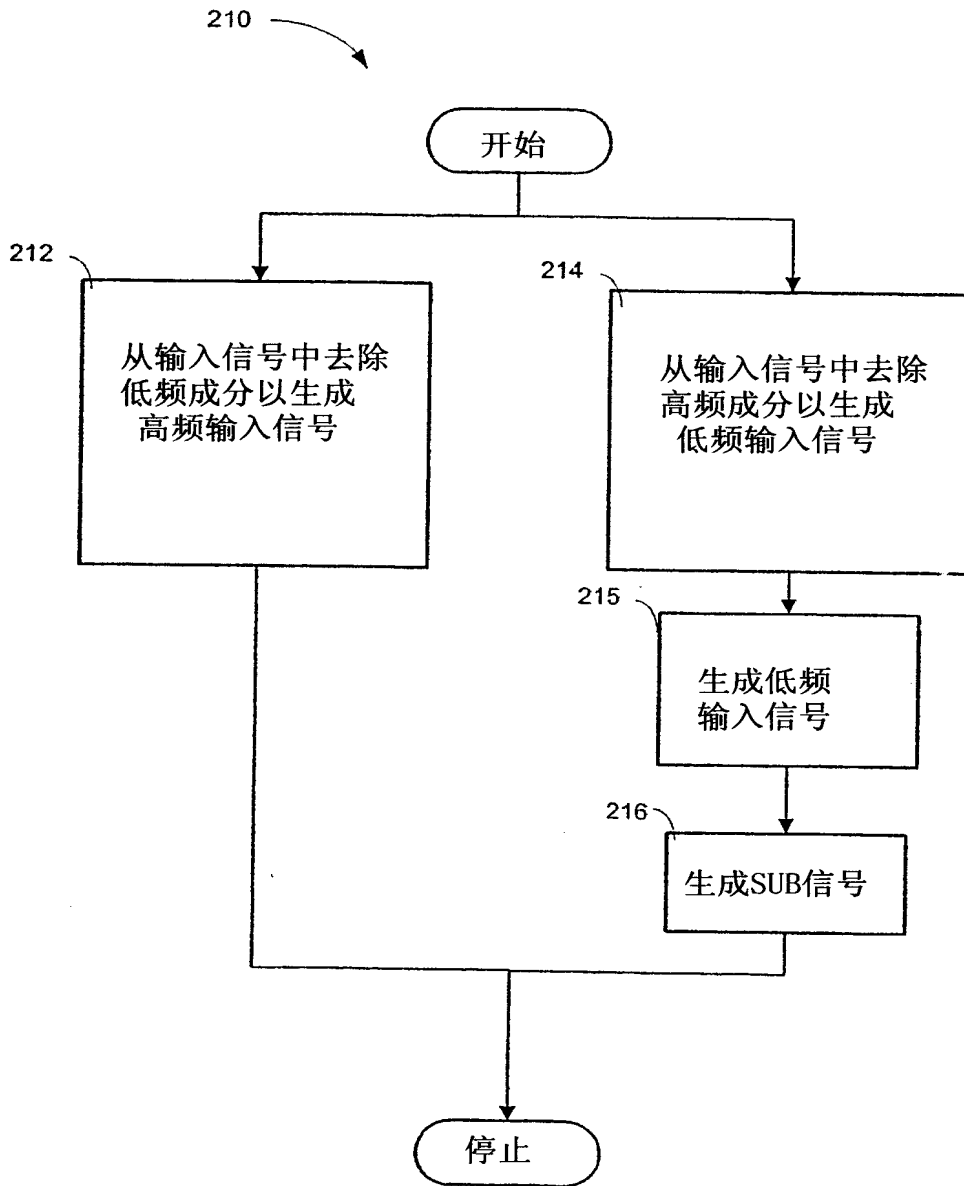
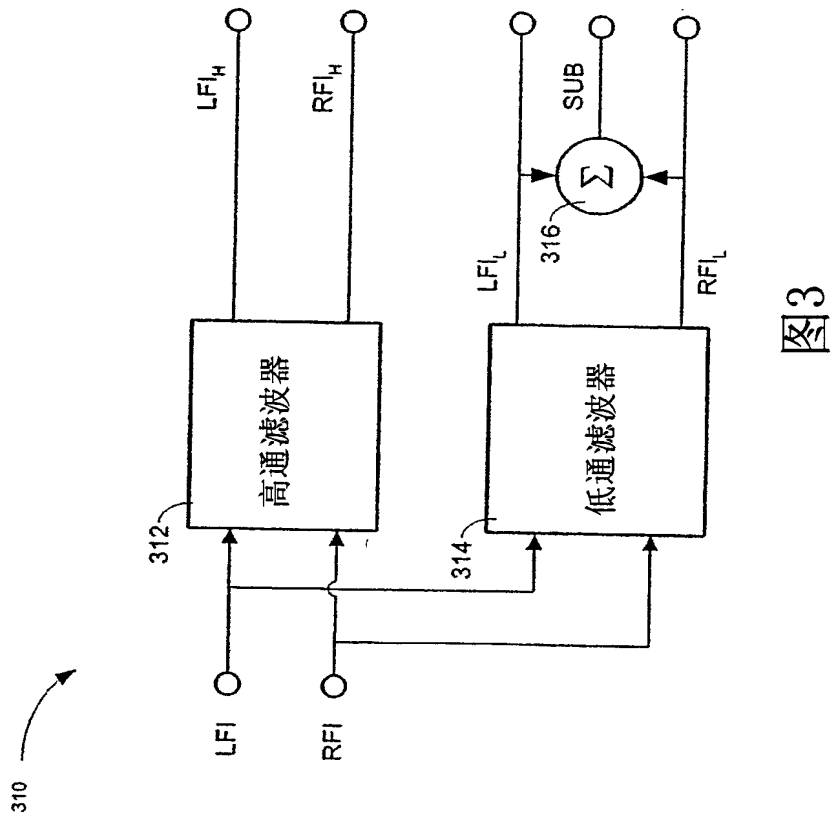


图2



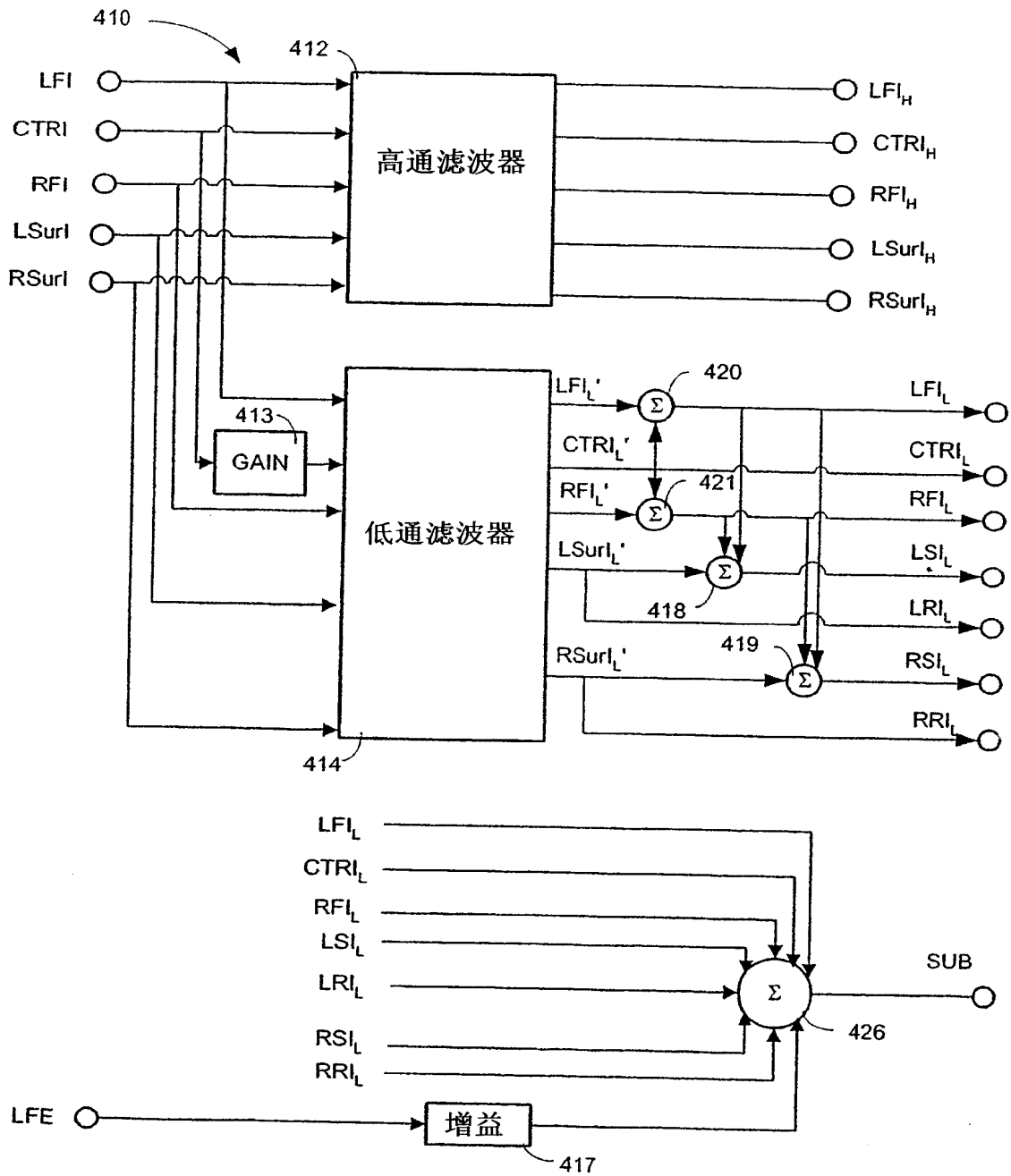


图4

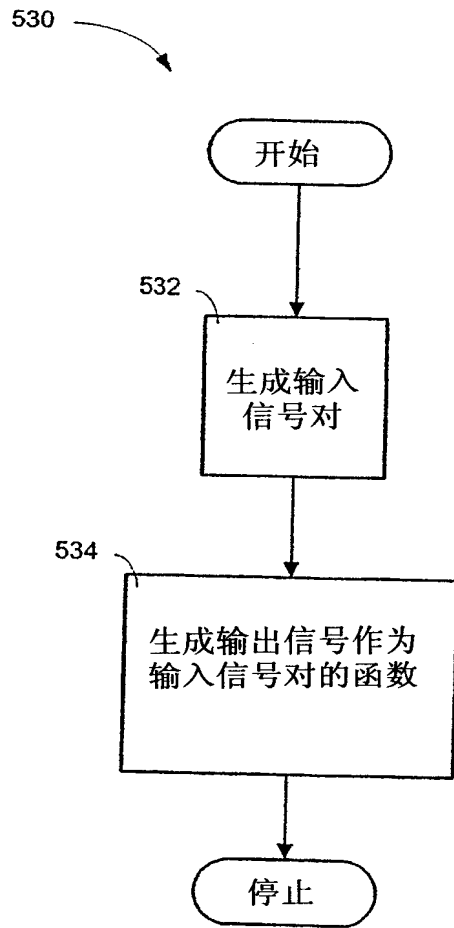


图5

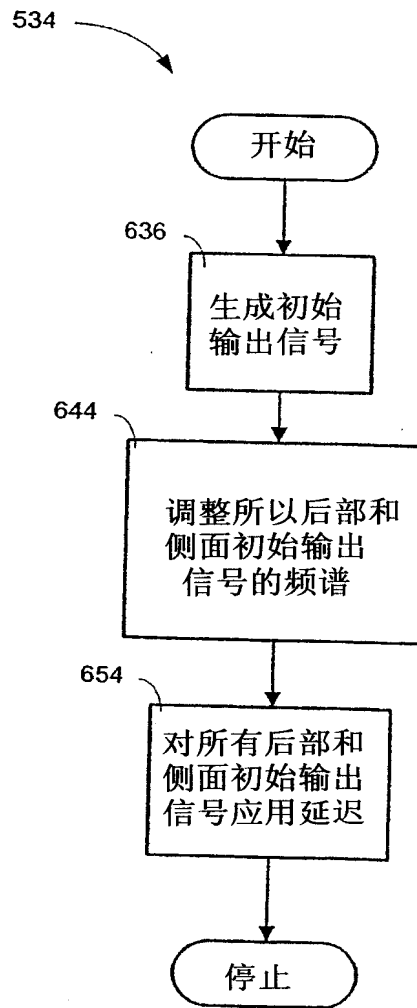


图6

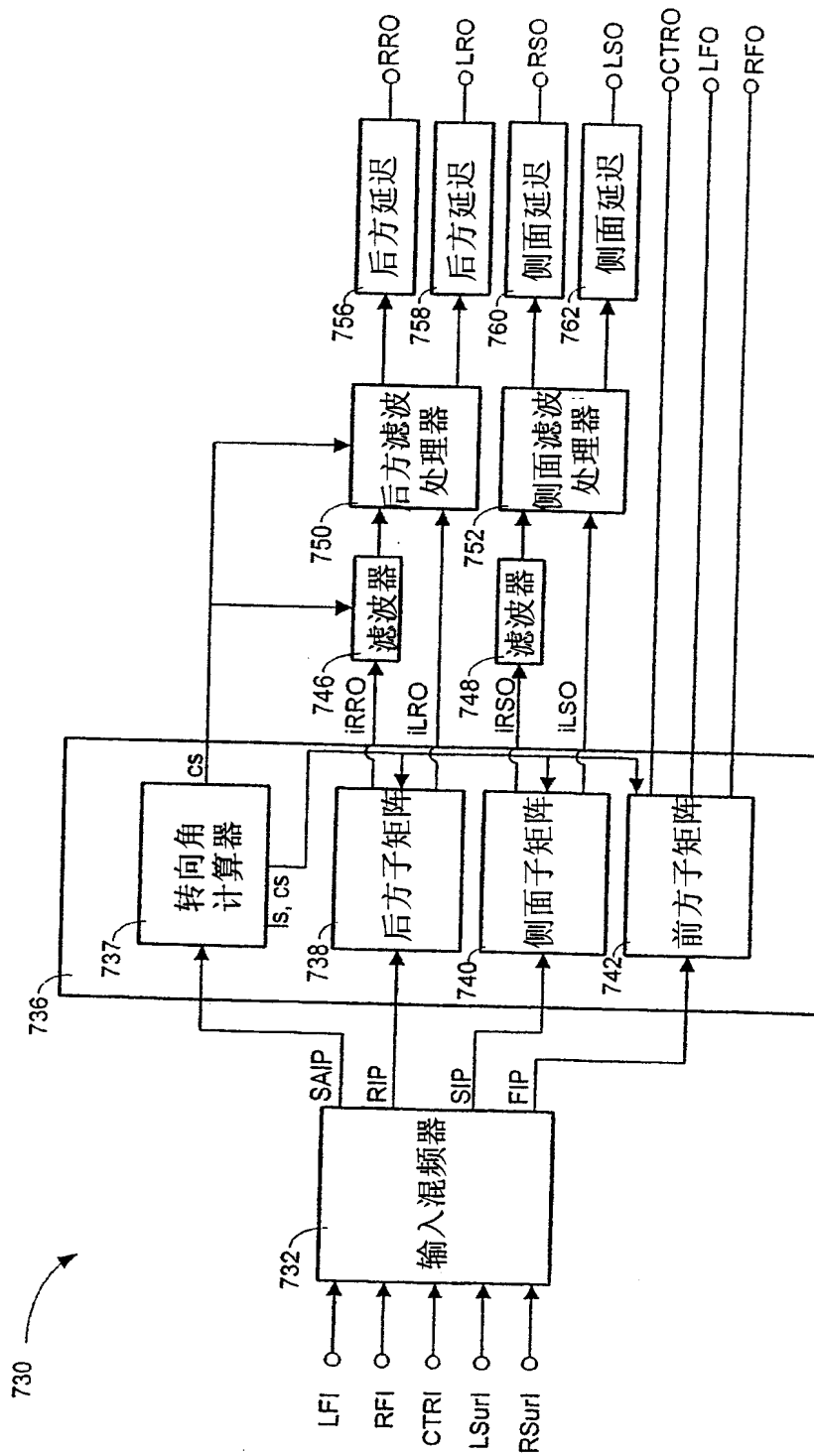


图7

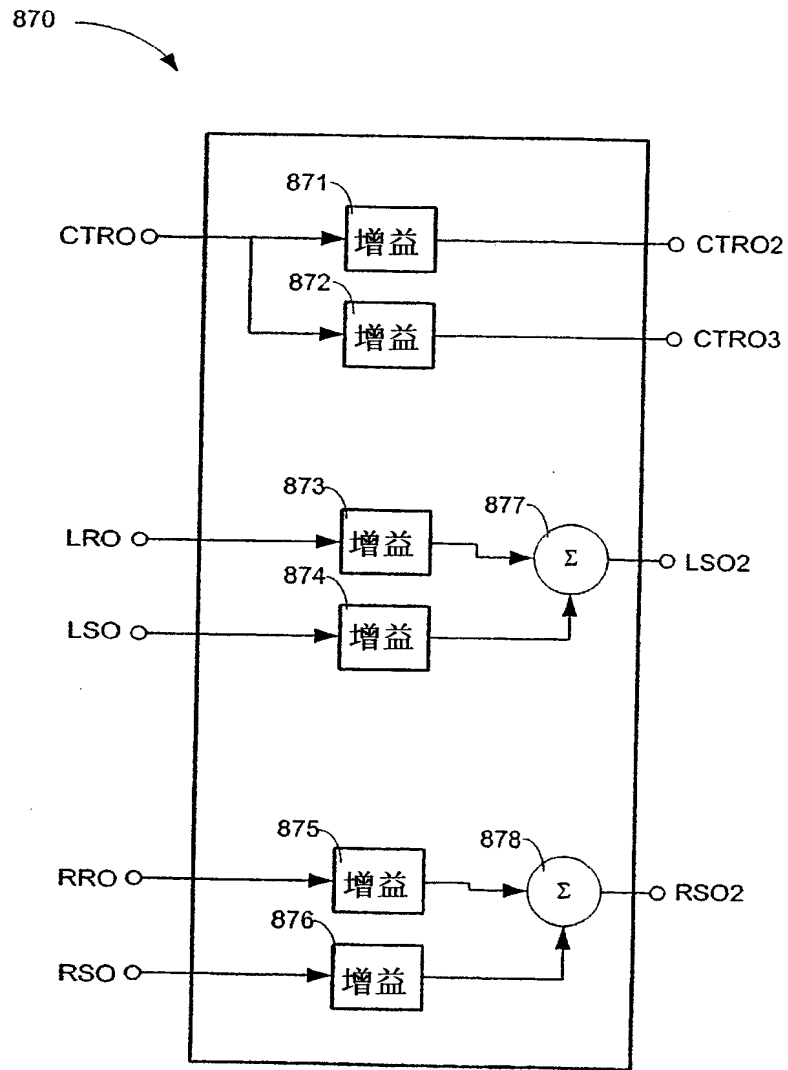


图8

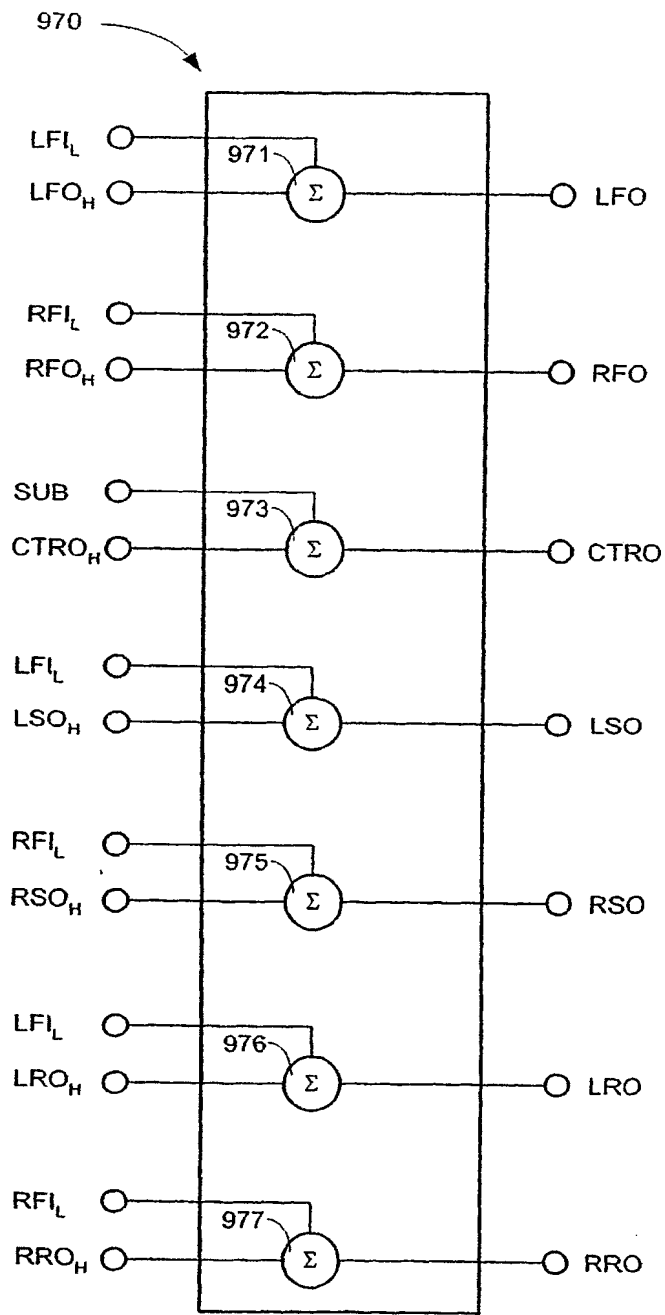


图9

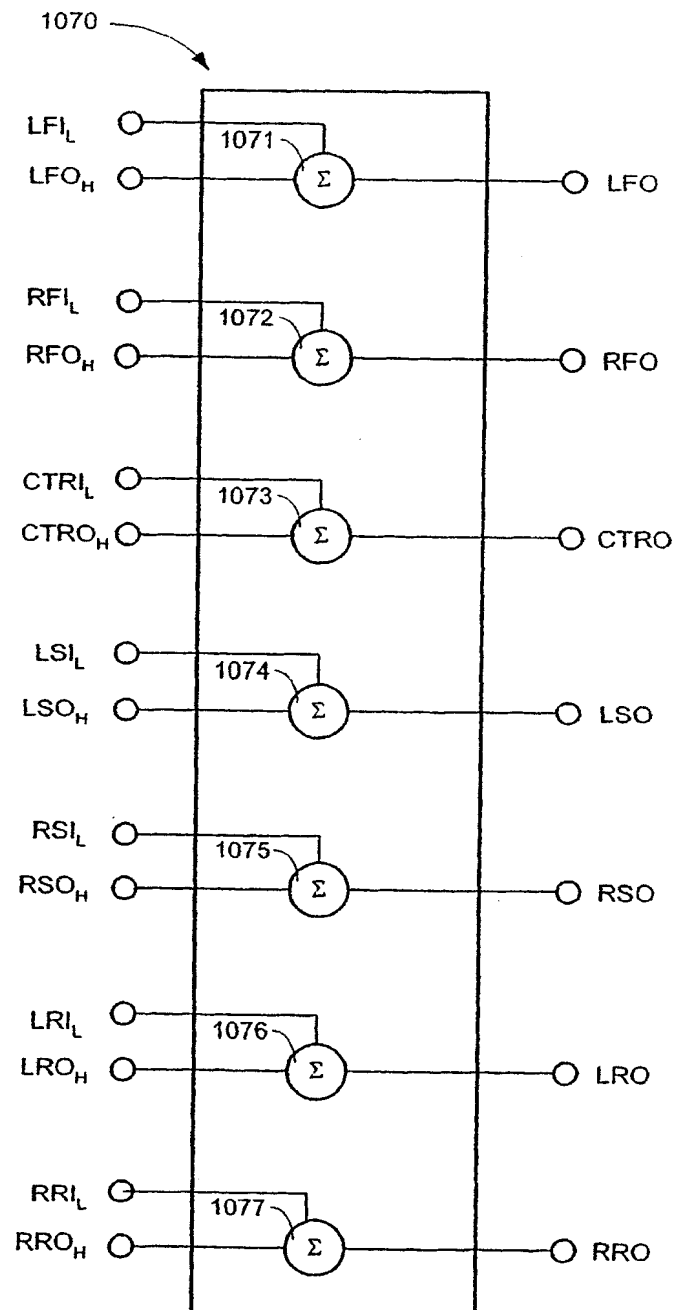


图10

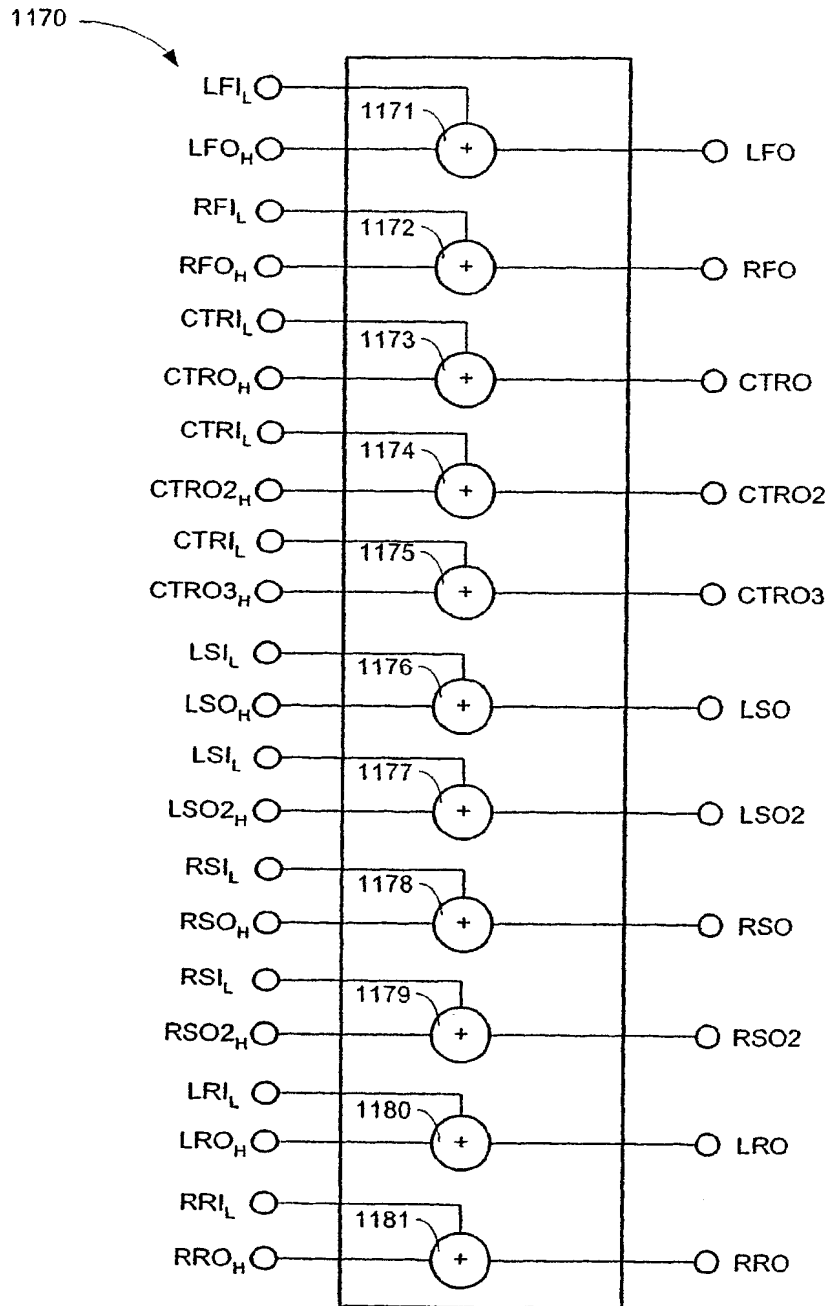


图11

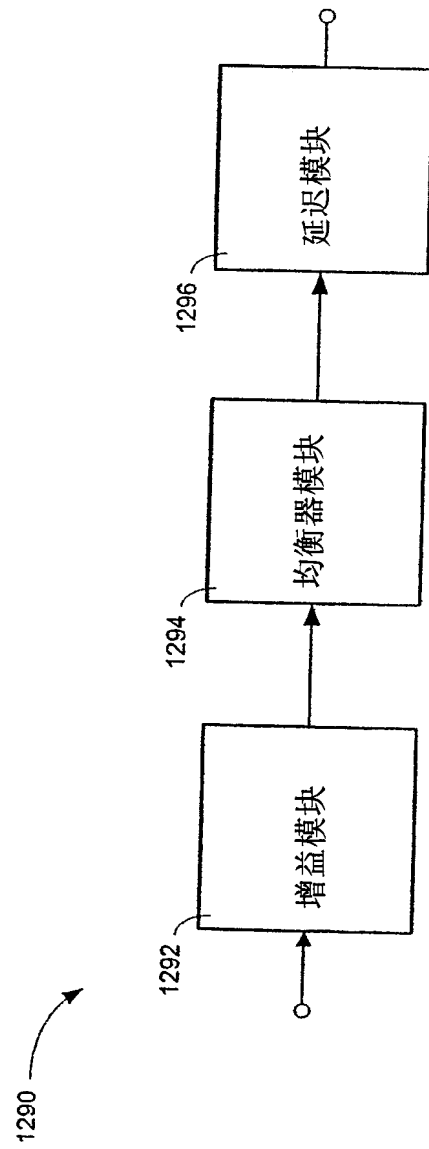


图12

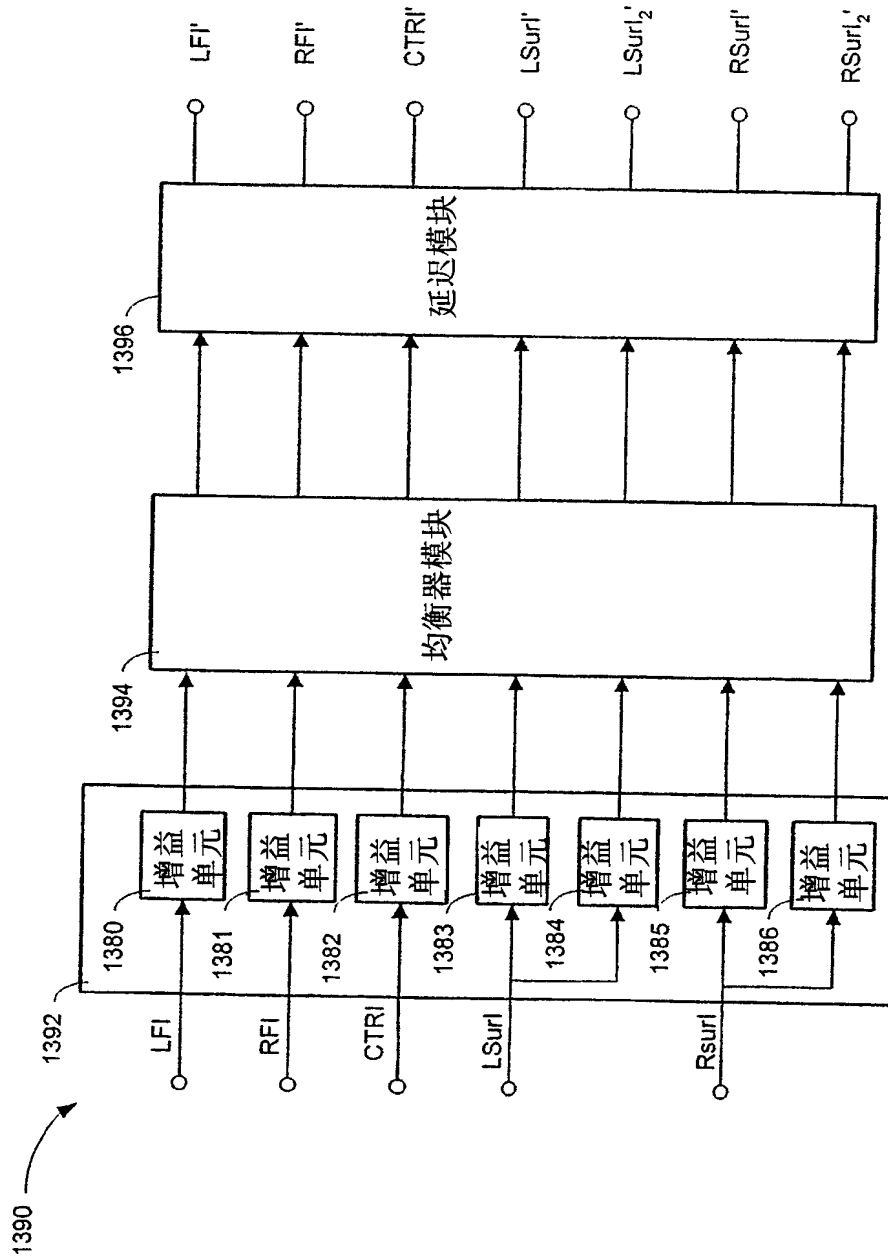


图13

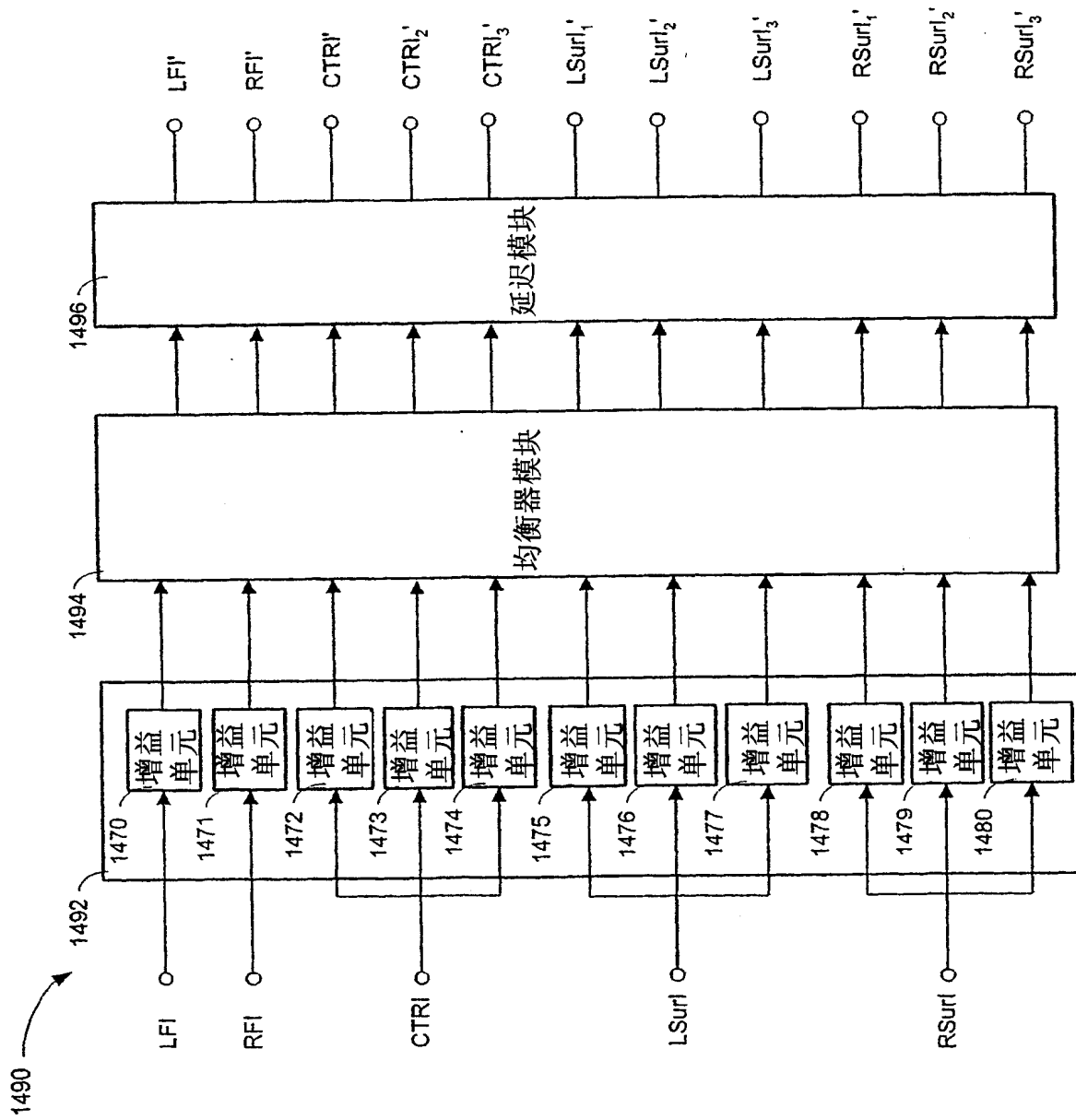


图14

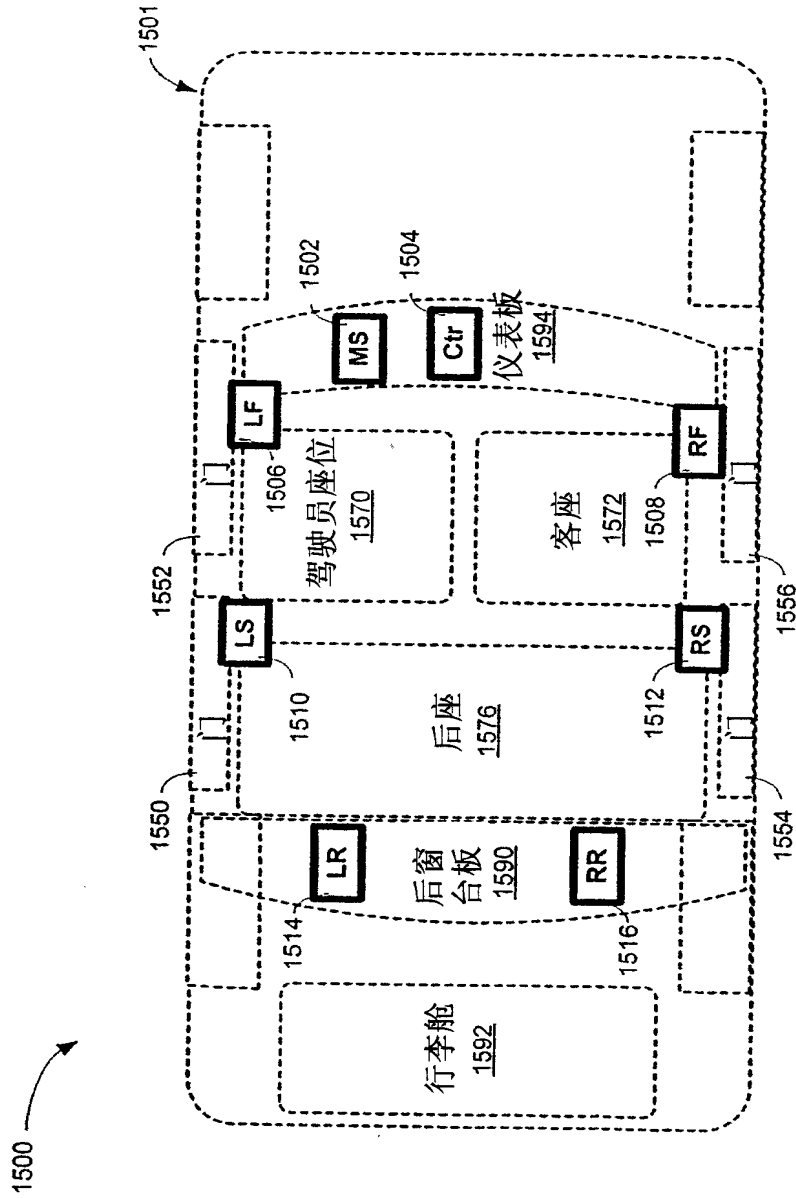


图15

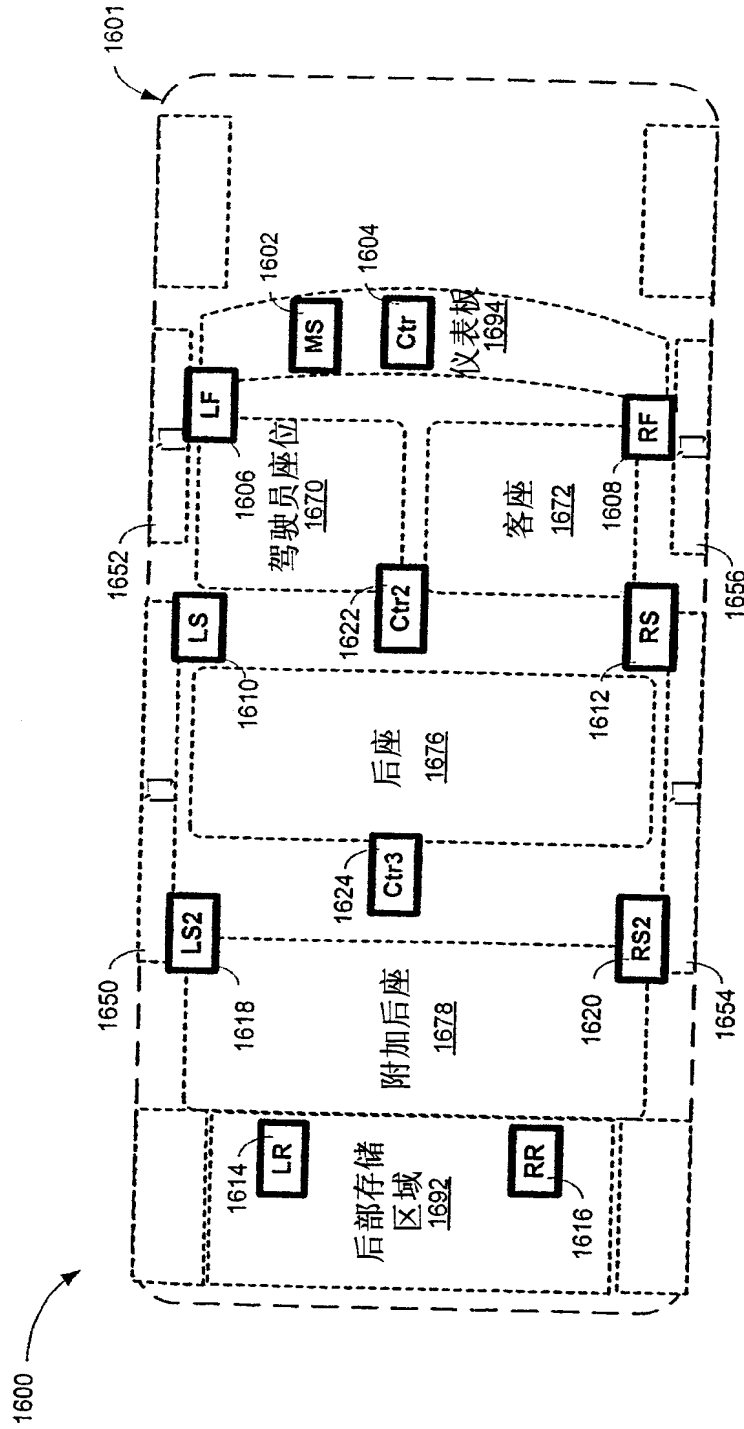


图16

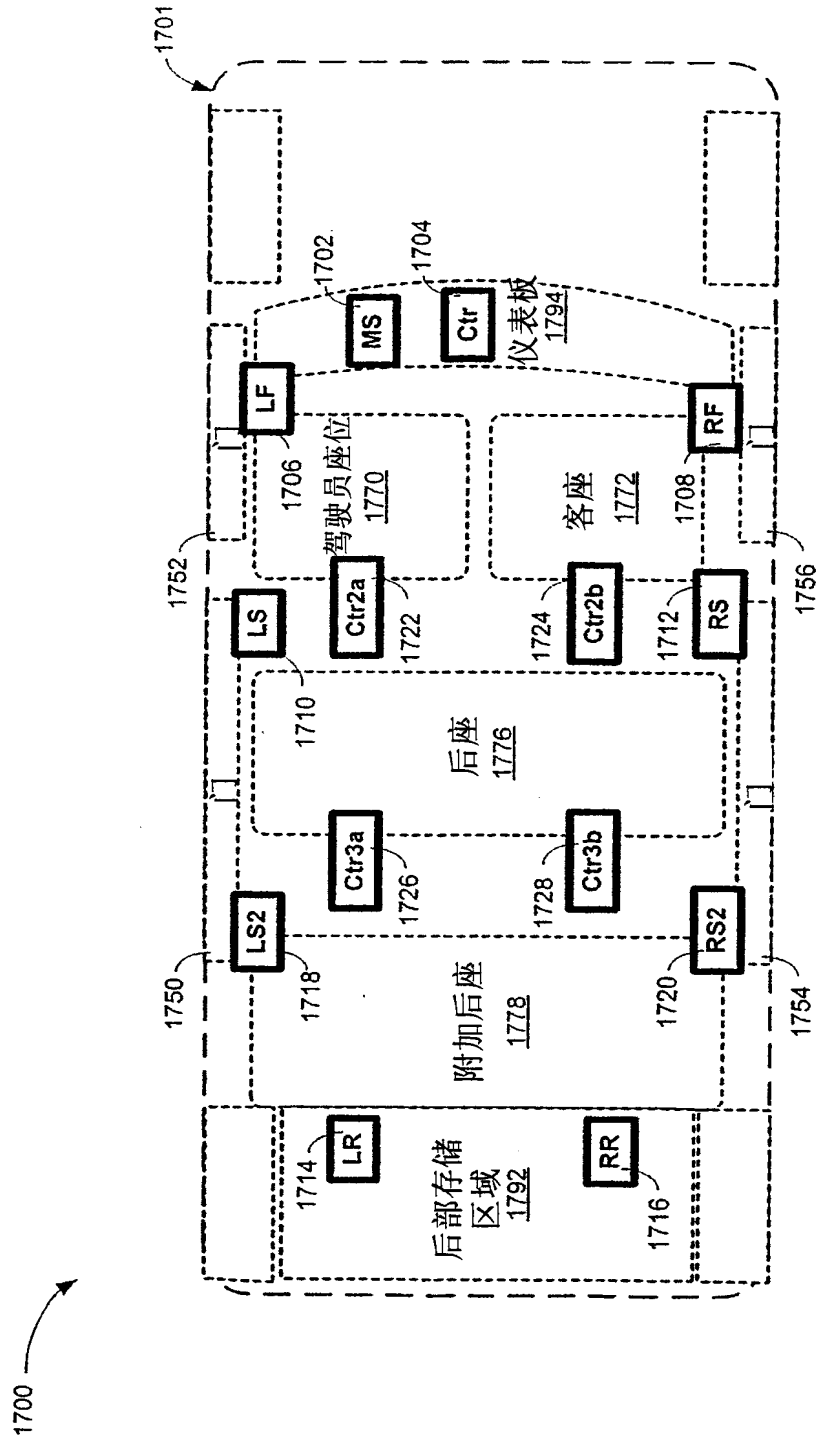


图17