

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04S 7/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380103398.1

[45] 授权公告日 2009 年 9 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 100539743C

[22] 申请日 2003.11.6

[21] 申请号 200380103398.1

[30] 优先权

[32] 2002.11.21 [33] DE [31] 10254470.0

[86] 国际申请 PCT/EP2003/012449 2003.11.6

[87] 国际公布 WO2004/047486 德 2004.6.3

[85] 进入国家阶段日期 2005.5.16

[73] 专利权人 德商弗朗霍夫应用研究促进会
地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 汤玛斯·史波瑞尔
克里斯蒂安·诺包尔

[56] 参考文献

US4441192 1984.4.3

JP2001-25085A 2001.1.26

CN124989A 2000.4.5

EP0989776A2 2000.3.29

CN1215540A 1999.4.28

JP2002-330500A 2002.11.15

CN1176042A 1998.3.11

审查员 章振平

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 任永武

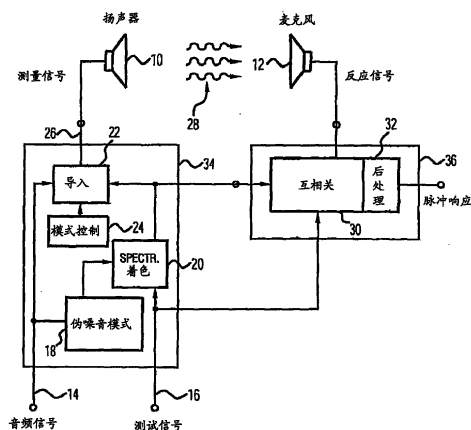
权利要求书 4 页 说明书 13 页 附图 4 页

[54] 发明名称

脉冲响应决定装置及方法和音频信号呈现装置及方法

[57] 摘要

一种用以在设置有一扬声器(10)以及一麦克风(12)的环境中决定一脉冲响应的设备是利用一音频信号而运作。用于频谱着色一测试信号,较佳地是,一伪噪音信号,的装置(20)是利用该音频信号的一听觉心理遮蔽阈值(psychoacoustic masking threshold)而运作,进而获得一已着色测试信号,并再被嵌入该音频信号中,以获得可以被馈送至该扬声器(10)的一测试信号。并且,较佳地,用于计算该脉冲响应的装置(30,32)可执行经由该麦克风而接收自该环境的一反应信号,以及该测试信号、或该已着色测试信号的一互相关,借此,一环境的脉冲响应也可以在一音频信号的呈现期间决定,以为一波场合成提供环境的一理想描述。



1. 一种利用一音频信号而决定在设置有一扬声器(10)以及一麦克风(12)的一环境中的一脉冲响应的设备, 包括:

一用于利用该音频信号的一听觉心理遮蔽阈值而频谱着色一测试信号的装置(20);

一用于将已着色测试信号导入该音频信号中, 以获得馈送至该扬声器(10)的一测量信号的装置(22); 以及

一用于利用经由该麦克风而接收自该环境的一反应信号, 并且利用该测试信号或该已着色测试信号, 而计算该脉冲响应的装置(30, 32)。

2. 根据权利要求1所述的设备, 其特征在于包含用于计算的装置, 用以执行经由麦克风而接收自该环境的反应信号和该测试信号或和该已着色测试信号的一互相关。

3. 根据权利要求1或2所述的设备, 其特征在于, 该测试信号是一伪噪音信号。

4. 根据权利要求1所述的设备, 其特征在于, 该用于频谱着色的装置(20)用以着色该测试信号, 以使得该已着色测试信号的一频谱连续低于该音频信号的该听觉心理遮蔽阈值, 从而该已着色测试信号在该测量信号中不会被听见。

5. 根据权利要求1所述的设备, 其特征在于, 该环境包括数个扬声器以及数个麦克风, 其中, 一脉冲响应是为自一扬声器至一麦克风的一信道而进行定义, 其中, 该设备进一步包括:

一用于控制该用于导入的装置(22)的装置(24), 以使其将一已着色测试信号导入用于该数个扬声器的音频信号中, 进而产生其本身用于每一个扬声器的一测量信号, 其中, 该用于控制的装置(24)进一步用以接续地将测量信号施加至该等扬声器上; 以及

一用于与产生一已产生的测量信号的扬声器, 以及与产生一已相关反应信号的麦克风有关而识别一已获得的脉冲响应的装置。

6. 根据权利要求2所述的设备, 其特征在于, 该环境包括数个扬声器以及数个麦克风, 其中, 一脉冲响应是为自一扬声器至一麦克风的一信道而进行定

义，其中，该设备进一步包括：

一用于控制该用于导入的装置（22）的装置（24），以使其将一已着色测试信号导入用于该数个扬声器的音频信号中，进而产生其本身用于每一个扬声器的一测量信号，其中，该用于控制的装置（24）进一步地使得每一个测量信号以其本身的一测试信号作为基础，其中，用于各种测量信号的测试信号相互正交；以及

其中，对每一个麦克风有其本身所拥有的一用于互相关的装置（30，32），可以用于互相关该等正交的测试信号；以及

一用于识别一已获得的脉冲响应的装置，其利用用以计算该已获得脉冲响应的该用于互相关的装置所借以产生关联的麦克风，以及利用用以获得该脉冲响应的相应测试信号所借以产生关联的扬声器来进行识别。

7. 根据权利要求2所述的设备，其特征在于，该用于计算该脉冲响应的装置用以利用在该用于频谱着色的装置（20）上的信息来对互相关结果进行后处理（32），进而获得与该音频信号的该听觉心理遮蔽阈值无关的一脉冲响应。

8. 根据权利要求2所述的设备，其特征在于，该用于计算该脉冲响应的装置用以获得该反应信号以及该测试信号的一共轭复数转置的已互相关的迭代乘法运算，并获得乘法运算结果的总和，进而随着每一个迭代步骤而获得该脉冲响应的经改善评估。

9. 根据权利要求2所述的设备，其特征在于，该音频信号是在该环境中待呈现的一音频信号。

10. 根据权利要求1所述的设备，其特征在于，该音频信号是一音乐信号。

11. 根据权利要求1所述的设备，其特征在于，该扬声器可以被使用作为在一脉冲响应测量模式中的麦克风。

12. 一种用于在设置有数个扬声器以及数个麦克风的一环境中呈现一音频信号的设备，包括：

一用于以该音频信号作为基础而执行一波场合成，进而计算该复数个扬声器的音频信号的装置（44）；以及

一用于决定在根据权利要求1至11之任一项所述的环境（52）中的脉冲响应的装置（42），其中，该用于决定的装置（42）用以在呈现该音频信号期

间计算一当前脉冲响应；

其中，该用于执行该波场合成的装置（44）被控制以在该音频信号的呈现期间于用于该复数个扬声器（40）的该音频信号的一计算中，参考该当前脉冲响应。

13. 根据权利要求 12 所述的设备，其特征在于，该环境本身的脉冲响应在呈现该音频信号时是会不同于没有音频信号呈现时。

14. 根据权利要求 13 所述的设备，其特征在于，在该环境中的一差异在于，有一些人会自一个情形脱轨至下一个情形、或是没有人在该环境中。

15. 根据权利要求 12 至 14 之任一项所述的设备，其特征在于，该环境是一音乐厅，一电影院，或是在家中的一声音呈现空间。

16. 根据权利要求 12 所述的设备，其特征在于，该用于执行该波场合成的装置（44）用以计算声音刺激源以及因该环境（52）的一脉冲响应所造成的声音反射源的位置，以及其会在用于该复数个扬声器（40）的该音频信号的计算中考虑到它们。

17. 根据权利要求 12 所述的设备，其特征在于，该等麦克风是远离该等扬声器而设置、或设置在该等扬声器间。

18. 根据权利要求 12 所述的设备，其特征在于，该等麦克风是配置为一圆形、一线性、或是一十字形阵列。

19. 根据权利要求 18 所述的设备，其特征在于，该等麦克风会于个别的互相关计算间移动。

20. 一种利用一音频信号而决定在设置有一扬声器（10）以及一麦克风（12）的一环境中的一脉冲响应的方法，包括下列步骤：

利用该音频信号的一听觉心理遮蔽阈值而频谱着色一测试信号；

将已着色测试信号导入该音频信号中，以获得可以被馈送至该扬声器（10）的一测量信号；以及

利用经由该麦克风而接收自该环境的一反应信号，并且利用该测试信号或该已着色测试信号，而计算该脉冲响应。

21. 一种用于在设置有数个扬声器以及数个麦克风的一环境中呈现一音频信号的方法，包括下列步骤：

以该音频信号作为基础而执行一波场合成，进而计算用于该复数个扬声器的音频信号；以及

决定在根据权利要求 1 至 11 之任一项所述的环境（52）中的脉冲响应，其中，用于决定的装置（42）用以在呈现该音频信号期间计算一当前脉冲响应，

其中，用于执行该波场合成的装置（44）被控制以在该音频信号的呈现期间于用于该复数个扬声器（40）的该音频信号的一计算中，参考该当前脉冲响应。

脉冲响应决定装置及方法和音频信号呈现装置及方法

技术领域

本发明是相关于决定一脉冲响应，以及相关于呈现在一脉冲响应于其中获得决定的一环境中的一音频信号。

背景技术

对于娱乐电子学领域中的新技术以及创新产品的需求是不断地增加，而新的多媒体系统的成功所不可或缺的则是提供理想的功能、或能力，此可以借由使用数字技术，以及，特别地是，计算机技术而加以达成，而这情况的例子是提供一已加强的接近现实视听效果的应用，不过，在以前的音频系统中，一实质性缺点是在于本位音的空间声音重制（spatial sound reproduction of natural）的品质，但也在于实际环境的品质。

音频信号的多频扬声器重制的方法是已知的且标准化多年，不过，所有惯用的技术所具有的缺点却是，该等扬声器的位置以及听者的位置两者皆会影响传输格式，随着该等扬声器关于该听者的位置错误设置，该音频品质将会遭受严重地影响，通常，理想的声音仅有可能出现在重制空间的一小区域中，即所谓的甜蜜点（sweet point）。

一较佳地本位音空间效果（natural spatial impression），以及在该音频重制中的较佳封装、包裹是可以在一新技术的帮助之下而加以达成，而此技术的原则，即所谓的波场合成（wave-field synthesis, WFS），则已经在 TU Delft 中有所研究，并首先出现在 80 年代晚期（Berkout, A. J.; de Vries, D.; Vogel, P.: Acoustic control by Wave-field synthesis. JASA 93, 993）。

由于此方法对于计算机功率及传输率的庞大需求，因此，迄今，该波场合成已很少于实务上被使用，现今，仅有在微处理器技术以及音频编码的领域中的发展中才会允许使用此技术的具体应用，不过，在专业领域中的概念产品已期待于明年

产生,且预计在几年的内,用于消费者领域的初始波场合成应用将会出现在市场中。

WFS 的基本概念是以波形理论 (wave theory) 的惠更斯原理 (Huygen's principle) 的应用作为基础:

一波所撷取的每一点是以球形、或环形方式传播的一基础波 (elementary wave) 的起始点。

应用在声学中,一输入波前的每一个任意形状可以借由大量彼此紧邻配置的扬声器(一所谓的扬声器阵列)而加以复制,而在最简单的例子,一待重制的单点声源以及该等扬声器的一线性配置中,每一个扬声器的该等音频信号必须被馈送以一时间延迟以及振幅比例 (a time delay and amplitude scaling), 因而使得该等个别的扬声器的辐射声场 (radiation sound fields) 可以正确地重叠,而当具有数个声源时,对每一个声源而言,其对每一个扬声器的贡献是会分开地进行计算,然后再将结果信号相加,若是待重制的声源是位在具有反射壁的空间中时,则反射也必须要被当成的额外的声源而经由该扬声器阵列进行重制,因此,在该计算的消耗会强烈地取决于声源的数量、录音空间的反射特性、以及扬声器的数量。

特别地是,此技术的优点在于,一本位音空间声音效果有可能跨越该重制空间的一大区域,因此,相较于习知技术,声源的方向以及距离会以一非常精确的方式而进行重制,并且,对一受限的程度来说,虚拟声源甚至可以设置在该真正的扬声器阵列以及该听者间。

虽然,该波场合成对已知特性的环境可以有良好的运作,但若是特性改变了、或是该波场合成是以不与该环境的真实特性相匹配的一环境特性作为基础而加以执行时,则就会发生不规则的现象。

而一环境特性则是可以借由该环境的脉冲响应而加以叙述。

关于此点,是以接续的实例作为基础而提出更详尽的说明。首先,其着眼点是在于,一扬声器会发送出抵抗不想要的壁反射的一声音信号,对此简单的例子而言,首先,利用该波场合成的空间补偿将会先决定此墙壁的该反射,以决定已经反射自该墙壁的一声音信号何时会抵达该扬声器,以及此以反射的声音信号所具有的振幅为何,若是来自此墙壁的该反射不需要的时候,则该波场合成就有可能借由影响相关于具有除了在该扬声器上的原先音频信号之外的相对应振幅的该反射信号的相反相位的一信号,而删除来自此墙壁的该反射,因此该向外的补偿波会使该反

射波消失，因而使得来自此墙壁的该反射将会自该正在考虑的环境中被删除，而此则是可以借由首先计算该环境的该脉冲，以及接着以此环境的该脉冲响应作为基础而决定该墙壁的特性以及位置，而加以举行，其中，该墙壁是被解释为镜像声源，亦即，作为反射入射声音的声源。

若是此环境的该脉冲响应是先加以测量，然后才计算必须要对重叠在该音频信号上的该扬声器造成影响的该补偿信号时，则来自此墙壁的该反射的取消将会发生，因而使得在此环境中的一倾听者会在声音上具有此墙壁所根本不存在的效果。

然而，事实上，由于该空间的该脉冲响应所决定的该已反射波的理想补偿是很严苛的，因此并不会有过度以及不足的补偿发生。

在一呈现空间中，所具有的问题为，其几乎不可能测量一环境的真实脉冲响应，因为在一呈现空间中，例如，一电影院，一音乐厅，或是家中的客厅，该环境是会不断的发生改变，换言之，在一电影院呈现空间中，并无法预测某一演出会有多少人前来，所以，对该波场合成而言，若是使用为了一空的呈现空间所理想计算的一脉冲响应时，且其中，在该脉冲响应的计算中，该空间中并无人群存在，则将会由于出现在演出的人群所造成的衰减而发生该被反射声波的过渡补偿，而这则是因为所产生的两个缺点，一方面，在该墙壁的该反射不再理想地受到补偿，另一方面，由于该过渡补偿，在该波场合成下的该脉冲响应所造成的该已反射波的衰减将不再理想地受到感测，因此，将会发生降低自总音频效果的一额外可听见的假信号。

该声场合成的理想应用是取决于其所呈现的环境总是会理想地受到感测，以达成所需的目标，例如，特殊的音响效果，或是不会导入声音的干扰。

一个可能性将会是，举例而言，具有假观众的一音乐厅，而其反射特性即会对应于真实观众的反射特性，接着，一相对应的脉冲响应就可以被决定，因此，对波场合成而言，此至少会较利用空音乐厅，亦即，没有任何观众，的脉冲响应为佳，可以对应于真实的情形。

此程序的缺点在于，在一公开演出中，正如，在家中的客厅里，并无法预期会有多少观众出现在该演出，则一理想的声音效果只有在假观众的数量以及假观众的位置几乎对应于真实观众的真实数量以及位置时才能达成，再者，为了要配合一大电影院、或音乐厅，将会使用到大量的假观众。

或者，决定一真实脉冲响应的替代方案也可以是，在开始该演出不久之前，

亦即，当该演出空间已经被要在该演出中出现的观众所填满的时候，先行测量该空间的脉冲响应，以获得有关环境的一实际可行的描述，而此将仅在，举例而言，若是在一休息之后，大量的观众不再出现在该演出中等状况时，才会强烈偏离该真实状况。

然而，此程序确有两方面的问题，一方面，一空间的脉冲响应的计算需要花费一定的时间，以及另一方面，必须在该演出开始之前立即做出决定，因此，若有可能的话，是所有的观众都已经位在该演出空间中时，而由于其是准确地为关键的出现观众，因此，在此程序中并无法避免所有的观众必须要等待到该测量完成为止，所以，在此程序中该演出真正的开始时间将总是会受到延误，并且，当观众都已经知道会发生这种情形时，则将会变成，观众将会被真正开场时间更晚到达演出现场，因此，真正的目标，亦即，感测一环境在实际可行的周围事物中的一脉冲响应，将再次地无法达成。

另外的问题的是，对在一演出空间中决定脉冲响应而言，为了达成确定无误的脉冲响应决定，音响信号必须被馈送进入该空间中，以及这些音响信号应该会具有相当的能量，特别是在较大的演出空间中，并且，在该演出前借由音响唧唧声而用于决定该脉冲响应的试验，亦即，作为经由扬声器而发送出去测量信号，已经显示了此方法并不特别地可行，另一方面，许多的倾听者会发现大量送出的音响唧唧声相当的恼人，至于其它的观众会开始模仿自该扬声器所发出的该唧唧声，因此，对于该音响唧唧声的反应信号的测量会发生问题，甚至是不真实的，因为无法区分该唧唧声是来自该扬声器、还是由群众模仿所发生的唧唧声。

决定一空间的脉冲响应的替代程序也可以是，使用具有一白谱（white spectrum）的一伪噪音（pseudonoise）作为测量信号。不过，虽然该噪音并无法马上被观众所模仿，但是其仍然对许多人而言是很恼人的，并且，当此方法一再地应用时，则所产生的结果将会是，观众不再会如指示地于演出的一开始出现，而是在一段时间之后，亦即，当他们可以有把握地假定被理解为恼人的该演出空间的该脉冲决定已经完成的时候。

本发明的目的是提供一用于决定一脉冲响应的概念，以及一用于利用一已确定脉冲响应而呈现一音频信号的概念，进而达成一准确的脉冲响应，以及因此，具有高音频品质的一呈现。

此目的是借由本发明提出的一种用于决定一脉冲响应的设备、一种用于呈现一音频信号的设备、一种用于决定一脉冲响应的方法、另一种用于呈现一音频信号的设备，或是一种计算机程序而加以达成。

发明内容

本发明作为基础的发现是，准确的脉冲响应决定可以借由将一用于决定该脉冲响应的一测试信号到入一音频信号中而加以达成，因而使得其为无法听见、或是几乎无法听见，并且也无法变成一倾听者的一干扰，该倾听者仍然可以听见一音频信号，并且不会不利地受到该脉冲决定的影响，因此，他们将不会在该脉冲响应的决定期间离开该正在考虑中的环境，而由于没有参观者会试着要逃避在该呈现空间中的该脉冲决定，因此，一准确的脉冲响应可以加以达成，因为该脉冲响应的一实际可行决定是在不需要干扰该听者的情形下举行。

根据本发明，该待导入该音频信号中的该测试信号会再导入该音频信号之前，利用该音频信号的一伪噪音遮蔽阈值而进行频谱着色，以获得一已着色的测试信号，接着，该已着色测试信号会借由频谱的增加而被导入该音频信号中、或是导入时域中，以获得一测量信号，然后，被接收作为该测量信号的反应的一反应信号将会与该测试信号一起被馈至一互相关，以基于在一相对应环境中的此互相关而确定在，一方面，一扬声器以及，另一方面，一麦克风间的一传输信道的该脉冲响应。

本发明将该测试信号隐藏于该音频信号中会造成，该参观者甚至不会注意到一脉冲响应刚刚被决定，因此，根据习知技术所述的如此测量的缺乏接受性将不再会出现在本发明的内容中，而此则会再次地造成所有观众皆出现在该脉冲响应决定中的事实，因此，即可以获得该环境的一准确脉冲响应。

在一较佳实施例中，该测试信号是具有一白频的一伪噪音信号，以及其因此可以在该脉冲响应决定时特别良好的被使用，再者，利用该音频信号的该听觉心理遮蔽阈值的该频谱着色是可以简单地以及迅速地加以执行。

各种、相互正交的伪噪音序列的使用会导致数个个别脉冲响应可以同时在一具有数个扬声器以及一或多个麦克风的环境中被决定。

或者，二者择一地，数个个别的脉冲响应亦可以接续地加以决定。

在根据本发明的一较佳实施例中，该环境的一当前脉冲响应亦可以在该音频信号的呈现期间加以决定，而此特征则是在一音频信号的该呈现期间，持续决定以及追踪该环境的该脉冲响应时特别地有用，因此，总是可以获得理想的声音，无论该环境是否改变。

其是有可能，该倾听者不会注意到任何异样、或是仅会注意到非常少，因为该测试信号是已经为了该脉冲响应的决定，而利用该音频信号的该听觉心理遮蔽阈值来进行频谱着色，因此，该测试信号不是被完全隐藏在该遮蔽阈值之下，就是被导入为有一预先决定的量会高于该遮蔽阈值，所以，在一些例子中，虽然该参观者可能会察觉一干扰，但是，此干扰是已经显然地比已经程序中干扰更小。

附图说明

本发明的这些与其它目的以及特点将会由于接下来结合附图的描述而变得更加清晰，其中：

图 1 是显示根据本发明的用以决定一脉冲响应的概念的一方块电路图；

图 2 是显示根据本发明的用以呈现一音频信号的概念的一方块电路图；

图 3 是显示一具有数个扬声器以及数个麦克风的环境的一示意图例；

图 4 是显示一脉冲响应所写入的一传输信道的一一般图例；以及

图 5 是显示借由具有彩色、或光谱平板测试的交互关连性而决定脉冲响应的一简短推论。

具体实施方式

图 1 是显示一用以决定在一扬声器 10 以及一麦克风 12 所处的一环境中的一脉冲响应的装置的一方块电路图，其中，为了该脉冲响应决定，一音频信号被用以馈送至进入一音频信号输入端 14，再者，一测试信号则被用以馈送进入一测试信号输入端 16，并且，为了确定该音频信号 14 的听觉心理遮蔽阈值（psychoacoustic masking threshold），是可以使用任何已知的听觉心理模型 18，利用计算自该听觉心理模式 18 的一听觉心理遮蔽阈值，即可以达成被馈送在该输入端 16 的该测试信号的光谱着色（spectral coloring）20，因此，

在该用于光谱着色的装置 20 的输出端处，会呈现一已光谱着色的测试信号，而其会被馈送至用于将该已光谱着色的测试信号导入该音频信号 14 的装置 22。

为了接续所解释的功能性，亦会提供一模式控制装置 24，以控制该用于导入的装置 22，进而执行各种的测量模式，接着，在该用于导入的装置 22 的输出端处，在图 1 中是被标示为 26，会出现一被馈送至该扬声器 10 的测量信号，至于将一信号导入一音频信号的个别可能性则在欧洲专利 EP 0 875 107 B1 中有所叙述，因此，使该已光谱着色的测试信号进入该音频信号的导入可以借由取样取向的添加 (sample-wise adding) 而在时域 (time domain) 中发生，在此例子中，该已光谱着色的测试信号，正如该音频信号，必须呈现于该时域中，以执行该取样取向的添加。

二者择一地，该音频信号或该测试信号的一特定时间部分亦可以被转换至频域 (frequency domain)，以于稍后执行在该已转换音频信号以及该已转换测试信号间的光谱的数值取向添加 (value-wise addition)，因此，在该频率中所产生的该测量信号接着必须被转换至该时域，并再次被馈送至一扬声器，以作为测量信号，至于在该扬声器 10 之前，关于数字/模拟转换的可选择性预-以及后-处理的相对应详细内容，则未于图 1 中进行举例说明，因为他们对熟习此技术的人而言是已知的。

被馈送至该扬声器 10 的该测量信号会被转变成为该麦克风 22 所接收的一声音信号 28，并且被指定为该扬声器的反应信号，该反应信号会被馈送至在该反应信号以及该已光谱着色的测试信号、或者，二者择一地，在该光谱着色之前所立即呈现的测试信号，间执行一交互关连的一交互关连装置 30，接着，取决于所使用的测试信号、或是取决于测试信号以及光谱着色，在该交互关连之后，仍然会发生一后处理装置 32 所造成的后处理，以获得在该扬声器 10 以及该麦克风 12 间的该信道的该脉冲响应。

在本发明的一较佳实施例中，一具有一白谱的伪噪音信号会被使用作为测试信号，在此例子中，其有可能以彼此不同的实质上正交的伪噪音序列作为基础，而同时地借由将测量信号提供予各式的扬声器来决定各种脉冲响应，再者，一伪噪音信号的使用也是较为适合的，因为其可以轻易地且迅速地被产生在任意的位置，举例而言，在使用具有反馈移位寄存器 (feedback shift register)、

且会根据在习知技术亦被称的为种子 (seed) 的一特定开始数值而产生一可重复的伪噪音序列的一单元时, 而当如此的移位缓存器在每一个扬声器以及每一个麦克风处皆为可利用时, 则该测试信号即没有必要自一相关于一扬声器的单元 34 而被传输至一相关于一麦克风的单元 36, 而是可以合宜地被产生在任意的位置, 或者, 二者择一地, 其也有可能将该等单元 34, 36 执行为一单一单元, 在此例子中, 用于该扬声器 10 的该测量信号以及来自该麦克风的该反应信号将会经由电缆连接, 例如, 玻璃纤维电缆、或无线连接, 而被传输至由单元 34 以及 36 所形成的中央单元。

当本发明被使用于利用大量扬声器来重制录音室的本位音音响效果、或是由音响师所设计的人工音响效果的多扬声器系统时是特别地具有优势, 为此, 一波场合成模块会被使用作为模块, 正如在一开始所举例说明的一样, 接着, 该录音室的合成音响效果、或是本位音音响效果即可以在该重制空间的该音响效果并未由于 “补偿出 (compensating out)” 这些音响效果而受到太大的影响时, 进行良好的重制, 为此, 举例而言, 该波场合成是借由施加具有根据本发明所决定的空间脉冲响应的反相滤波, 而被用于降低该真实重制空间的强烈反射, 而由于该空间脉冲响应会受到在该空间中人的数量、及/或物体, 例如, 家具、窗帘等, 的移动的影响, 因此, 本发明用于决定该脉冲响应的程序是特别地具有优势, 因为在某种程度上, 其总是会被执行, 亦即, 在一真实演出之前所演奏的音乐期间、或是甚至在该真实演出期间, 因为该测试信号会隐藏在为了取悦倾听者的该音频信号中。

较佳地是, 因此一伪噪音信号会被嵌入用于一扬声器的一音频信号中, 且该音频信号是已根据一个、或每一个扬声器所重制的该音频信号的该遮蔽阈值而进行光谱着色。

该脉冲响应的测量可以利用不同的 PNS 序列而同时对所有扬声器执行、或是接续地在一所谓的循环方式 (round robin approach) 中执行, 当第一个版本具有较佳的时间行为的同时, 则该第二版本会产生较佳的信号/噪音率, 亦即, 一更正确的脉冲响应, 并且, 对两个测量而言, 不会、或鲜少被一倾听者所察觉的应用是取决于该光谱着色在该听觉心理遮蔽阈值时的引导有多困难, 对, 例如, 在该音频信号本身的重制期间的测量来说, 由于倾听者的前来, 其

会较佳地确保该光谱着色是加以执行为该测试信号总是会维持为低于该听觉心理遮蔽阈值，然而，对，举例而言，在该真实演出之前的迎入音乐（play-in music）而言、或是对在一电影之前所举行的广告而言，其亦有可能提供该测试信号更多关于该音频信号的能量，因为，在此，轻微的干扰并不必然会特别地为倾听者所感知，在此例子中，潜在地，更迅速地收敛、或是更准确的脉冲响应测量可以加以达成，因为平均地，该测试信号将会伴随着更多的能量而进行发射，而此则会使得该测试信号具有一较佳的信号噪音比。

接下来，以图 2 作为基础，举例说明一种根据本发明的用于在一环境中呈现一音频信号的装置，且在其中设置有复数个扬声器以及数个麦克风，为此，一扬声器/麦克风阵列 40 是于图 2 中进行概略地叙述，在该扬声器/麦克风阵列 40 的上游，具有在图 1 中所举例说明的该脉冲响应决定装置 44，而为了该脉冲响应决定，该波场合成模块会以一被馈送的音频信号作为基础，以及以用于该环境的该音响效果的系统默认值作为基础，而计算在该扬声器阵列 40 中、用于该等扬声器的音频信号，再者，这些信号会经由该波场合成模块的一输出端 46 而被输出，并且是会直接被馈送至该扬声器/麦克风阵列 40，如一虚线路径 48 所示，或者，当一脉冲响应决定被执行时，被馈送至该的脉冲响应决定装置 42，而该装置 42 则是会经由在该输入侧上的该线路 46 而接收该等音频信号，以及会经由在该输出侧上的一线路 50 而将该等测量信号发散至该扬声器阵列 40。

由于该等反应信号会被该麦克风阵列所撷取，并且，会再次地经由为双向线路的该线路 50 而被馈送至该脉冲响应决定装置 42，因此，可以执行用于本发明的一交互关联性处理，以及一可能必须的处理，接着，在用于该环境 52 的该音响效果的该波场合成模块中的系统默认值，则是可以借由已利用装置 42，例如，在该音频信号的呈现期间，计算过的一当前脉冲响应而进行更新，因此，该波场合成模块所使用的该等音响效果设定可以经由该环境而持续地进行更新，并且可以更良好地适应该真实环境 52。此功能是借由在图 2 中的一反馈路径 54 而加以举例说明。

因此，该波场合成模块 44 可以由用于该脉冲响应的系统默认值开始，然后再利用该脉冲响应决定装置 42 的当前测量而进行更新，而该些包括该等扬

声器的位置的系统默认值则是可以利用根据本发明的在该演出外面的该脉冲响应决定装置 42、借由使用与音乐一起的已听觉心理着色的 PNS 序列，或是借由利用没有音乐但纯的 PNS 序列而加以测量。

在此点上，需要注意的是，其是于习知技术中已知，举例而言，可将来自许多各式脉冲响应的此环境的整体多面脉冲响应插入一环境中，再者，在习知技术中亦已知可以以在如此的一方法中所发现的一脉冲响应作为基础而使声音输出源与在该三度空间中的特定位置产生关联，在此，在惯用的声源，例如，扬声器，以及所谓的镜像声源，例如，反射墙壁，间亦具有一差异，因此，在没有必要，举例而言，借由距离测量而确定该等麦克风的相互位置的情形下，根据本发明的脉冲响应决定会致能，而在不打扰倾听者的情形下获得有关环境的描述。

关于用于该脉冲响应决定的该等麦克风的设置，有各种可能，若是关于该待决定的脉冲响应，则最佳的是将该等麦克风至于该环境 42 中，远离该等扬声器，然而，在一具有人群的呈现空间中，这通常是无法实行的，因此，在此例子中，较佳地是将该等麦克风置于该等扬声器间，因而使得它们不会“挡在路上”。

在该等麦克风远离该等扬声器的配置是有利于执行计算用于该波场合成模块 44 的一系统设定值的脉冲响应测量的同时，其较佳地在该波场合成模块 44 的一适应于该呈现期间加以执行的时候，将该等麦克风设至于该等扬声器间。

该等麦克风可以固定地、或移动地配置为圆形、线性、或是十字形架构，而以该麦克风移动作为参考，它们可以在该测量期间，于一圆中移动、或是利用在该空间中的一 x/y 取代装置，在该呈现期间，如此的程序在一脉冲响应适应中是较少实行，因此，在此，较佳地位在该等扬声器间的不动麦克风是较佳的。

就更便宜的应用而言，特别是，在消费者的领域中，该等麦克风是可以配扬声器所取代，以降低构件的数量，而每一个扬声器的作用则是由于在其在进行相对应地读取时，是具有一膜以及一振动线圈同样地作为麦克风，为了这个目的，其是较佳地使用，无论如何，为了该重制所呈现的该扬声器阵列的一或

多个扬声器，以作为在一脉冲响应决定模式中的麦克风，进而在一音频信号的呈现之前决定该脉冲响应，以在接着播放该音频信号时再次地使用所有扬声器作为扬声器，而为了在该呈现期间的适应，任意选择的扬声器可以不时地被使用作为麦克风，以在不需要使用额外麦克风的情形下执行适应，当使用大量的扬声器时，一些少数扬声器的暂时切换对于该音频效果将不会有影响。

图 3 是显示使用许多扬声器以及许多麦克风的一真实情形。一脉冲响应可以为了自每一个扬声器至每一个麦克风的信道而加以指示，在该扬声器 (LS1) 至该麦克风 1 (M1) 间的该信道是标示为 K11，依此类推，在该第一扬声器 (LS1) 至该第三麦克风 (M3) 间的该信道是标示为 K31 等，若是所有的扬声器 LS1, LS2, LS3 同时发送的话，则接收自该麦克风 M1 的该反应信号可以被用以计算三个各式的脉冲响应，此现象的基础是，一第一伪噪音序列 PN1 会在用于该第一扬声器的该测量信号期间对该第一扬声器 (LS1) 造成影响，相对应地，该第二扬声器 (LS2) 会获得一第二伪噪音序列 (PN2)，另外，该第三扬声器 (LS3) 则是会获得一第三伪噪音序列 (PN3)，并且，位在该第一扬声器 LS1 以及该第一麦克风 M1 间的该信道 K11 是借由执行具有该伪噪音序列 1 的该第一麦克风 M1 所接收的该反应信号的一互相关性而加以计算，自该第二扬声器至该第一麦克风的该信道 K21 是借由与该伪噪音序列 2 的关联而加以计算，以及自该第三扬声器 LS3 至该第一麦克风 M1 的该信道 K31 是借由与该伪噪音序列 3 的关联而加以获得，所以，当所有三个扬声器以及所有三个麦克风皆同时进行操作时，则会因此要计算所有九个脉冲响应，此测量模式提供了较佳的时间行为，因为该环境自该已确定的九个个别脉冲响应、并借由插入所决定的该结果多面脉冲响应是会以同时发送的测量信号作为基础而加以决定。

或者，二者择一地，当该扬声器 1 一开始即进行操作，且同时间，所有三个麦克风皆会借由将该已接收的信号与该伪噪音序列 1 产生关联而计算该三个信道 K11, K12, 以及 K13 时，可以获得一较佳的信号/噪音比，以及因此，一更正确的脉冲响应，接着，在一接续的时间瞬间，相同的状况会于该扬声器 2 执行，以及最后，相同的状况也会于该扬声器 3 执行，据此，各种脉冲响应可以一个接着一个地加以确定，其中，总是会有与麦克风一样多的脉冲响应在进行确定。

接续地，总结一信道的该脉冲响应 $h(t)$ 如何借由互相关而加以决定，为此，一时间离散测试信号 $p(t)$ 会被施加至该信道上，该信道会于输出侧输出一接收信号 $y(t)$ ，而，正如已知的，其会对应于该输入信号的回旋以及该信道脉冲响应，再者，为了以图 5 作为基础的用于决定该互相关的程序的接续解释，其是发展成一矩阵标记，作为范例，一仅具有两数值 h_0 以及 h_1 的信道脉冲响应是假设为不具有通常的限制，该信道脉冲响应 h_0 以及 h_1 可以写为具有显示在图 5 中的频带结构的信道脉冲响应矩阵 $H(t)$ ，其中，该矩阵的剩余该等组件是填满 0，再者，该刺激信号 $p(t)$ 是被写为向量，其中，在此，其是假设该刺激信号仅具三个不具一般限制的取样 p_0, p_1, p_2 。

可以看出，在图 4 中所举例说明的该回旋是对应于在图 5 中所举例说明的该矩阵向量乘法运算，因此，会得出该输出信号的一向量 y ，另外，该互相关可以借由共轭复数已移项刺激信号 p^* 而被写为该输出信号 $y(t)$ 的该乘法运算的预期数值 $E\{\dots\}$ ，该预期数值是在 N 的限制为无限大时，经由在图 5 中所举例说明的各个刺激信号 p_i 的各别乘积的总和而加以计算，而该乘法运算以及接着发生的总和即会产生在图 5 左上半部所举例说明的该互相关矩阵，其中，其是会加权以该刺激信号 p 的有效数值，以 σ_p^2 作为举例，再者，为了立即地获得该信道脉冲响应 $h(t)$ ，举例而言，是撷取该信道脉冲响应矩阵的第一行，据此，该等个别的分量即会被除以 σ_p^2 ，因而立即地获得该信道脉冲响应 h_0, h_1 的该等个别分量。

若是一已频谱着色的刺激信号被用以取代一白刺激信号 $p(t)$ 时，则该频谱着色是可以借由数字滤波而加以重制，且其中，该滤波器是借由一滤波器是数矩阵 Q 而加以叙述，并且，在图 5 的最后一列中所举例说明的该方程式中，该关联矩阵 H 也会产生在该输出侧，但是现在，亦会经由 $Q \times Q^H$ 而被加权以预期数值，再者，借由该等个别脉冲响应是数 h_0, h_1 经由 $Q \times Q^H$ 而被除以该预期数值，亦即，借由考虑该着色滤波器 (coloring filter)，在图 1 的该后处理装置 32 中，举例而言，该信道脉冲响应是亦可以相关于其个别的分量而立即地加以决定。

要指出的是，该用于计算该脉冲响应的互相关概念是一迭代概念，正如其可以由在图 5 中所举例说明的该预期数值的总和接近而明显看出一样，该反应

信号借由该共轭复数已移项刺激信号的该第一乘法运算是已经产生用于该信道脉冲响应的一第一、但仍然非常粗略的评估，而其将会随着每一次更进一步的乘法运算以及加总而变得越来越好，若是该整个矩阵 $H(t)$ 是借由该迭代总和逼近而加以计算时，则其结果会是，该频带矩阵 $H(t)$ 在图 5 左上半部中设定为 0 的该等组件是会逐渐地接近 0，反之，在中心点，亦即，该矩阵的该频带，该信道脉冲响应 $h(t)$ 的该等是数是会留下并具有某些数值，另外，再次要指出的是，其是不需要计算该整个矩阵，仅计算，例如，该矩阵 $H(t)$ 的一行就足以获得该整个信道脉冲响应。

在此点上，要指出的是，本发明的概念并不受限于以图 5 作为基础处所叙述的该用于计算该互相关性的程序，所有其它用于计算在一测量信号以及一反应信号间的该互相关的方法是亦可以加以使用，同时，其它用于决定一脉冲响应以取代该互相关性的方法也是可以加以使用。

在此点上，要点出的是，所使用的该等伪噪音序列是应该关于其长度、并根据该所考虑的信道的该所预期的脉冲响应而进行尺寸规划，对较大的音响环境而言，具有少数秒的长度的脉冲响应是真的是有可能的，而此事实则是必须要借由选择用于该关联的该伪噪音序列的一相对应长度而加以考虑。

根据该等情况，根据本发明的决定该脉冲响应的方法，或是根据本发明的呈现一音频信号的方法是可以于硬件中、或于软件中执行，而该执行则是可以在一数字储存媒体，特别是，具有可与一可程序化系统产生互动的电子可读控制信号的一软盘机、或 CD，上举行，因而可以执行该相对应的方法，一般而言，本发明是因此为具有储存用于执行本发明的方法的在一机器可读载体上的一程序代码的一计算机程序产品，在该计算机程序产品是于一计算机上执行的时候，换言之，因此，本发明是可以实现为具有用于执行该方法的一程序代码的一计算机程序，当该计算机程序在一计算机上执行的时候。

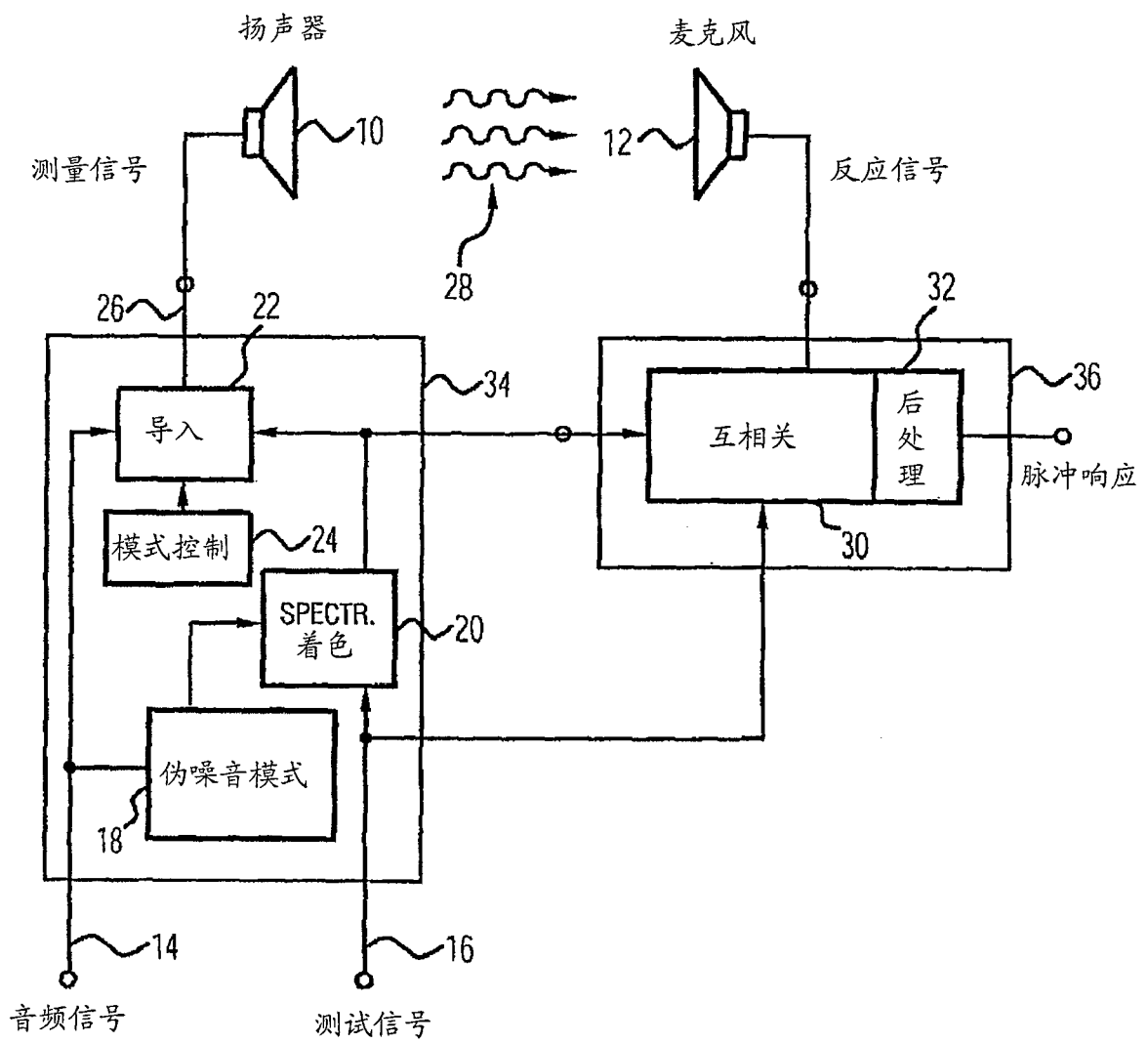


图 1

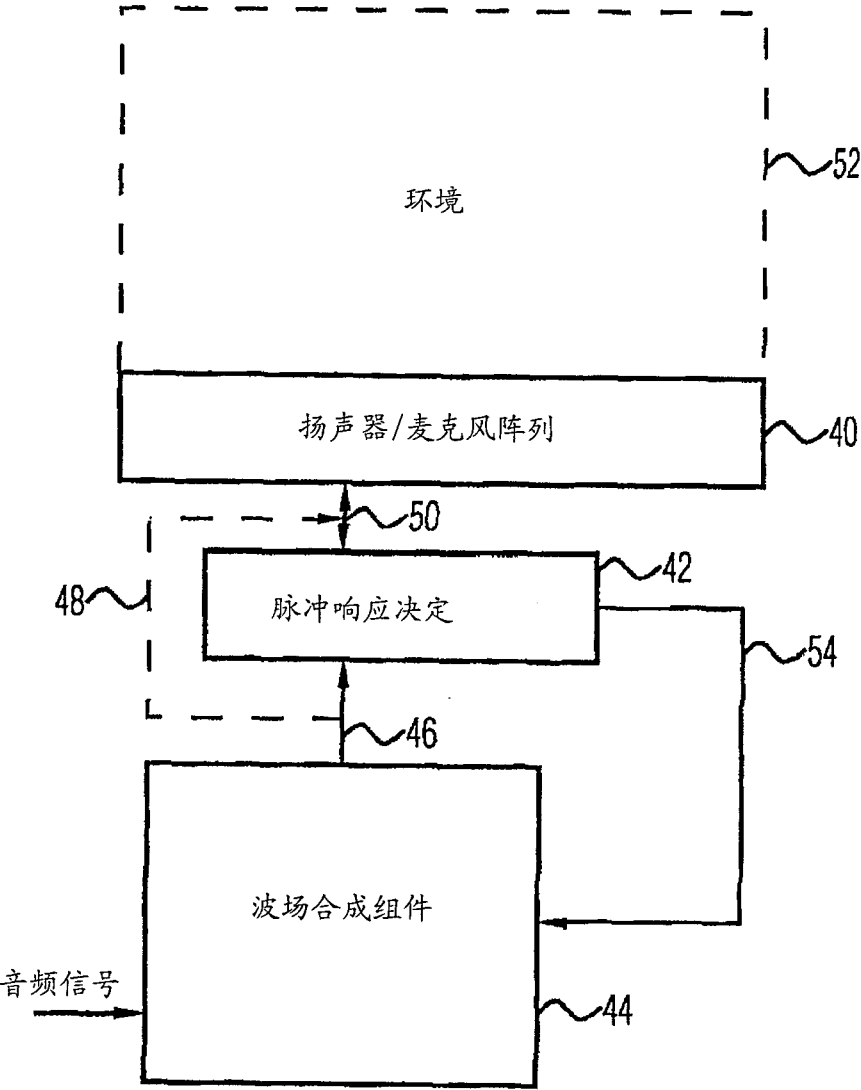
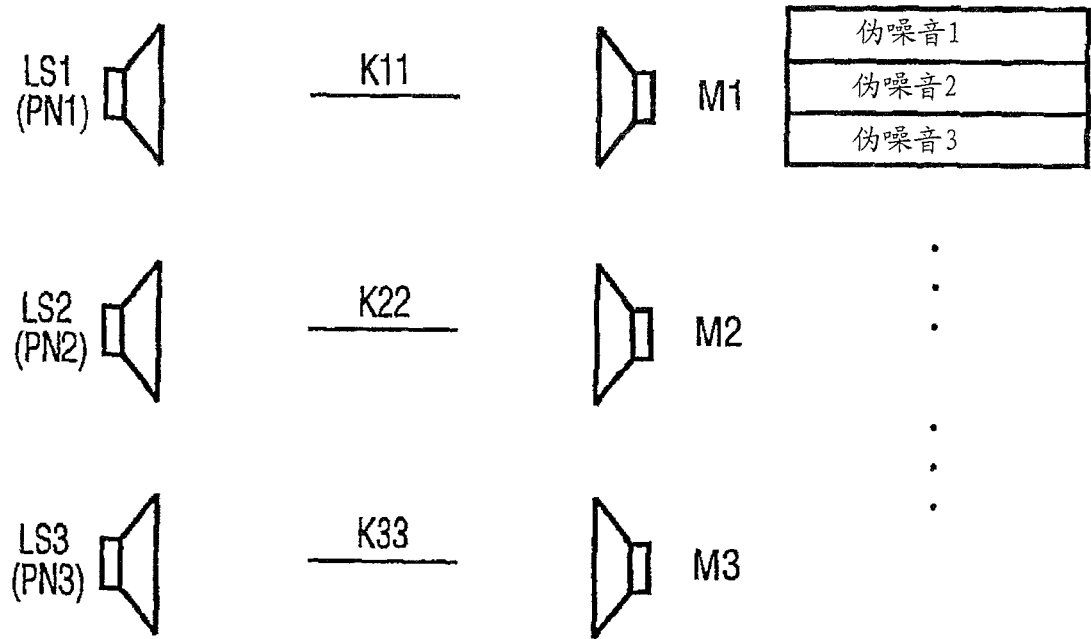


图 2



还有通道: K12, K13, K21, K23,
K31, K32

图 3

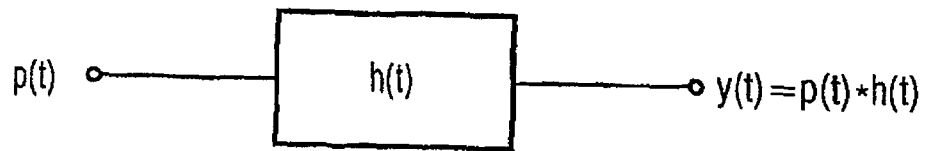


图 4

$$H(t) = \begin{bmatrix} h_0 & h_1 & 0 \\ 0 & h_0 & h_1 \\ 0 & 0 & h_0 \end{bmatrix} ; \quad p(t) = \begin{bmatrix} p_0 \\ p_1 \\ p_2 \end{bmatrix} ;$$

$$y = H \cdot p = p(t) * h(t)$$

互相关:
$$E\{\widehat{y(t)} \cdot p^* T\} =$$

$$= \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (H \cdot p_i) \cdot p_i^* T =$$

$$= \sigma_p^2 \cdot H \cdot [E(Q \cdot Q^H)]$$

Q: 着色滤波器

图 5