



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380110130.0

[45] 授权公告日 2009 年 4 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 100475148C

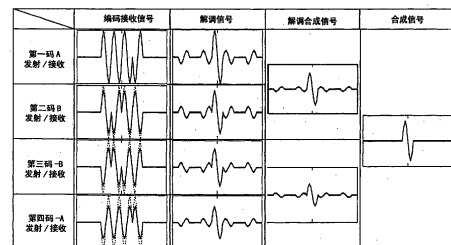
[22] 申请日 2003.12.26
 [21] 申请号 200380110130.0
 [30] 优先权
 [32] 2003.1.7 [33] JP [31] 1336/2003
 [86] 国际申请 PCT/JP2003/016935 2003.12.26
 [87] 国际公布 WO2004/060167 日 2004.7.22
 [85] 进入国家阶段日期 2005.9.7
 [73] 专利权人 株式会社日立医药
 地址 日本东京都
 [72] 发明人 浅房胜德 神田浩
 [56] 参考文献
 JP2001-299750A 2001.10.30
 US5984869A 1999.11.16
 US2002/0091317A1 2002.7.11
 CN1266989A 2000.9.20

US6050947A 2000.4.18
 US2002/0091318A1 2002.7.11
 Golay Codes for Simultaneous Multi-mode
 Operation in Phased Arrays. B. B. LEE, E. S.
 Furgason. IEEE Ultrasonics Symposium. 1982
 审查员 伍新中
 [74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
 司
 代理人 朱进桂

权利要求书 5 页 说明书 28 页 附图 21 页

[54] 发明名称
 超声成像方法与超声成像设备

[57] 摘要
 公开了一种超声成像方法和设备，包括：第一编码发射/接收步骤，通过使用包括其中至少两个是互补关系的多个调制码的编码组，对基本波进行顺序调制并作为编码驱动信号输出，以及发射超声束，通过使用与编码组相对应的调制码解调接收信号；通过合成上述解调的信号来获得第一合成信号；第二编码发射/接收步骤，通过使用包括具有与编码组中的调制码相反的顺序的多个调制码的反向编码组，对基本波进行顺序调制并作为编码驱动信号输出，并发射超声束，通过使用与反向编码组相对应的调制码解调接收信号；通过合成上述解调的信号获得第二合成信号；通过合成第一合成信号与第二合成信号获得第三合成信号；基于第三合成信号重构超声图。



1、一种超声成像方法，包括：

第一编码发射/接收步骤，用于通过使用包括其中至少两个是互补关系的多个调制码的一个编码组，对基本波进行顺序调制并作为编码驱动信号输出至探头，以及用于发射超声束，通过使用与编码组中的调制码相对应的解调码解调从探头输出的接收信号；

用于通过合成第一编码发射/接收步骤中的解调所产生的解调信号来获得第一合成信号的步骤；

第二编码发射/接收步骤，用于通过使用包括具有与编码组中的调制码相反的顺序的多个调制码的一个反向编码组，对基本波进行顺序调制并作为编码驱动信号输出至探头，以及用于发射超声束，通过使用与反向编码组中的调制码相对应的解调码解调从探头输出的接收信号；

用于通过合成第二编码发射/接收步骤中的解调所产生的解调信号来获得第二合成信号的步骤；

用于通过合成第一合成信号与第二合成信号来获得第三合成信号的步骤；和

基于第三合成信号来重构超声图的步骤。

2、如权利要求1所述的超声成像方法，其特征在于，反向编码组中的多个调制码的位相是通过旋转编码组中的调制码的位相而得到的。

3、如权利要求2所述的超声成像方法，其特征在于，在第一编码发射/接收与第二编码发射/接收步骤之后执行获得第一合成信号的步骤与获得第二合成信号的步骤。

4、如权利要求2所述的超声成像方法，其特征在于，针对不同的扫描线执行第一编码发射/接收步骤与第二编码发射/接收步骤。

5、如权利要求2所述的超声成像方法，其特征在于，第一编码发射/接收步骤包括把与编码组中的调制码相对应的超声束分割并发射

至多个第一扫描线,第二编码发射/接收步骤包括把与反向编码组中的调制码相对应的超声束分割并发射至多个第二扫描线,所述多个第二扫描线至少部分与多个第一扫描线不同。

6、如权利要求2所述的超声成像方法,其特征在于,当编码组包括第一调制码和第二调制码时,反向编码组按顺序包括:与第二调制码的极性相反的第三调制码,和与第一调制码的极性相反的第四调制码。

7、如权利要求2所述的超声成像方法,其特征在于,当编码组包括第一至第三调制码时,反向编码组按顺序包括:与第三调制码的极性相反的第四调制码、与第二调制码的极性相反的第五调制码、和与第一调制码的极性相反的第六调制码。

8、如权利要求2所述的超声成像方法,其特征在于,当编码组包括第一至第四调制码时,反向编码组按顺序包括:与第四调制码的极性相反的第五调制码、与第三调制码的极性相反的第六调制码、与第二调制码的极性相反的第七调制码、和与第一调制码的极性相反的第八调制码。

9、如权利要求2所述的超声成像方法,其特征在于,当编码组与反向编码组均包括N个调制码时,反向编码组中的第M个调制码具有与编码组中第N-M+1个调制码的极性相反的极性,其中N是等于或大于5的自然数,M是等于或小于N的自然数。

10、如权利要求2所述的超声成像方法,其特征在于,编码组包括一对Golay码。

11、一种超声波成像方法,具备如下步骤:

第一编码发射/接收步骤,用于通过使用包括其中至少两个是互补关系的多个调制码的一个编码组,对基本波进行顺序调制并作为编码驱动信号输出至探头,以及用于发射超声束,通过使用与编码组中的调制码相对应的解调码解调从探头输出的接收信号;

用于通过合成第一编码发射/接收步骤中的解调所产生的解调信号来获得第一合成信号的步骤;

第二编码发射/接收步骤,用于通过使用包括具有与编码组中的调

制码相反的顺序的多个调制码的一个反向编码组，对基本波进行顺序调制并作为编码驱动信号输出至探头，以及用于发射超声束，通过使用与反向编码组中的调制码相对应的解调码解调从探头输出的接收信号；

用于通过合成第二编码发射/接收步骤中的解调所产生的解调信号来获得第二合成信号的步骤；

用于通过合成第一合成信号与第二合成信号来获得第三合成信号的步骤；和

基于第三合成信号来重构超声图的步骤；

所述反向编码组中的多个调制码的位相设定为通过旋转编码组中的调制码的位相而得到的关系；

对于不同的两根扫描线，让所述第一编码发射/接收步骤和所述第二编码发射/接收步骤的执行顺序互为相反来分别执行所述第一编码发射/接收步骤和第二编码发射/接收步骤；

在所述获得第一合成信号的步骤和所述获得第二合成信号的步骤中，对于所述两根扫描线，分别获得两个所述第一合成信号和两个所述第二合成信号；

在所述获得第三合成信号的步骤中，分别合成所获得的两个所述第一合成信号和两个所述第二合成信号，按所述两根扫描线的每一根获得所述第三合成信号；

在所述重构超声图的步骤中，将按所述两根扫描线的每一根所获得的所述第三合成信号进行合成，重构超声图。

12、一种超声成像设备，包括，用于发射/接收超声波的探头；为探头输出驱动信号的发射装置；处理从探头输出的接收信号的接收装置；基于从接收器输出的合成信号重构超声图的图像处理装置；显示重构的超声图的显示装置；以及，控制发射装置、接收装置、图像处理装置和显示装置的控制装置，

其中，发射装置包括生成编码组和反向编码组的装置，所述的编码组包括多个调制码，其中至少两个是互补的关系，所述的反向编码组包括多个调制码，其中调制码的设置顺序与编码组的顺序相反；发

射装置还包括用编码组和反向编码组的信息对基本波进行调制并生成编码驱动信号的装置；以及

接收装置包括用与编码组中的每个调制码相对应的每个解调码来解调每个接收信号的装置，所述每个接收信号对应于被用编码组调制了的编码驱动信号；接收装置还包括合成被解调了的信号并且生成第一合成信号的装置，以及用与反向编码组中的每个调制码相对应的每个解调码来解调每个接收信号的装置，所述每个接收信号对应于被用反向编码组调制了的编码驱动信号；接收装置还包括合成被解调了的信号并生成第二合成信号的装置，以及从第一合成信号和第二合成信号中生成第三合成信号的装置。

13、如权利要求12所述的超声成像设备，其特征在于，反向编码组中的多个调制码的位相是通过旋转编码组中的调制码的位相而获得的。

14、如权利要求12所述的超声成像设备，其特征在于，发射装置利用与编码组及反向编码组两者相对应的编码驱动信号把多个第一超声发射束从探头发射至第一扫描线，利用按照编码组和反向编码组互换的组顺序被顺序调制的编码驱动信号把多个第二超声发射束从探头发射至第二扫描线，所述第二扫描线不同于第一扫描线；以及

接收装置把与第一超声发射束相对应的接收信号和与第二超声发射束相对应的接收信号进行解调然后合成。

15、如权利要求12所述的超声成像设备，其特征在于，发射装置利用与编码组相对应的编码驱动信号把多个第一超声发射束从探头发射至第一扫描线，利用与反向编码组相对应的编码驱动信号把多个第二超声发射束从探头发射至第二扫描线，所述第二扫描线不同于第一扫描线；以及

接收装置把与第一超声发射束相对应的接收信号和与第二超声发射束相对应的接收信号进行解调然后合成。

16、如权利要求12所述的超声成像设备，其特征在于，发射装置利用与编码组和反向编码组相对应的编码驱动信号把将要从探头发射的多个超声发射束分割并发射至多条扫描线；并且

接收装置把与超声发射束相对应的接收信号进行解调然后合成。

17、如权利要求12所述的超声成像设备，其特征在于，当利用与编码组和反向编码组相对应的编码驱动信号，要从探头发射的多个超声发射束被分割并发射至多条扫描线时，发射装置分割和发射扫描超声束至多条扫描线；并且

接收装置包括相关确定装置，所述相关确定装置分析与扫描超声束相对应的接收信号之间的相关、获得对象的空间相关、基于空间相关确定用来分割多个超声发射束的扫描线的数目。

18、如权利要求12所述的超声成像设备，其特征在于，当利用与编码组和反向编码组相对应的编码驱动信号，要从探头发射的多个超声发射束被重复地发射至扫描线时，发射装置重复地发射扫描超声束至扫描线；并且

接收装置包括相关确定装置，所述相关确定装置分析与扫描超声束相对应的接收信号之间的相关、获得对象的时间相关、基于时间相关确定要发射至扫描线的超声发射束的发射次数与发射定时二者中的至少一个。

19、如权利要求12所述的超声成像设备，其特征在于，其中的发射装置具有调制波形位相旋转装置，所述调制波形位相旋转装置根据每个调制波的每个调制编码系数旋转调制波的位相并旋转调制波形的位相。

20、如权利要求12所述的超声成像设备，其特征在于，其中的接收装置具有解调编码系数位相旋转装置，所述解调编码系数位相旋转装置旋转每个解调码的每个解调编码系数的位相，并基于位相旋转过的解调编码系数执行解调。

超声成像方法与超声成像设备

技术领域

本发明涉及具有编码发射/接收的超声成像方法及超声成像设备。

背景技术

为了增强超声图的分辨率，在超声成像方法与超声成像设备中采用一种编码发射/接收技术。一种互补的编码技术，典型地如Golay (Goaly, M. J. E., Complementary Series. IRE Trans. Inform. Theory, IT-7, pp. 82-87, Apr. 1961) 是一种已知的编码交换技术。根据该技术，包括两个互补调制码 (A和B) 的一个编码组是可用的，一个基本波被编码组中的调制码 (A和B) 调制，并作为编码驱动信号被输出给探头，从而使一个编码的超声束可以被从探头发射至对象。对应于超声束的两个接收到的信号被解调并被合成，从而能够减小由于码解调处理过程而导致的时间旁瓣 (time side lobe)。

由于对象内部的介质的非线性，时间旁瓣也可以出现。相应地，生成一个相反极性的编码组，包括具有编码组的两个调制码 (A和B) 的相反极性 (如，-A和-B) 的两个调制码，而且，基于相反极性的编码组中的每个调制码 (-A和-B) 以及编码组中的每个调制码 (A和B)，发射一个超声束。然后，对应于编码组的接收信号和对应于相反极性的编码组的接收信号被合成，从而能够减小由于对象内部的介质的非线性而导致的时间旁瓣 (参见日本未审专利公布No. 7-59766)。

然而，由于时间旁瓣的出现可以是由于对象内部的介质的非线性与/或身体动作 (如，随着时间而发生的位置或形式的变化) 而导致的，现有技术并未考虑减小由于对象的身体动作而导致的时间旁瓣。

本发明的目的就是减小由于对象的身体动作而导致的时间旁瓣。

发明内容

本发明的超声成像方法包括：第一编码发射/接收步骤，用于通过使用包括其中至少两个是互补关系的多个调制码的一个编码组，对基本波进行顺序调制并作为编码驱动信号输出至探头，并用于发射超声束，通过使用与编码组中的调制码相对应的解调码解调从探头输出的接收信号；用于通过合成第一编码发射/接收步骤中的解调所产生的解调信号来获得第一合成信号的步骤；第二编码发射/接收步骤，用于通过使用包括具有与编码组中的调制码相反的顺序的多个调制码的一个反向编码组，对基本波进行顺序调制并作为编码驱动信号输出至探头，并用于发射超声束，通过使用与反向编码组中的调制码相对应的解调码解调从探头输出的接收信号；用于通过合成第二编码发射/接收步骤中的解调所产生的解调信号来获得第二合成信号的步骤；用于通过合成第一合成信号与第二合成信号来获得第三合成信号的步骤；基于第三合成信号来重构超声图的步骤。

这样，当对象有一个身体动作（如，移动），出现在第一合成信号中的时间旁瓣是由于对象向前移动的身体动作而导致的，但出现在第二合成信号中的时间旁瓣等同于由于对象向相对相反的方向移动的身体动作而导致的时间旁瓣。

因而，由于第三合成信号是通过合成第一合成信号与第二合成信号而获得的，则由于对象的移动而出现的时间旁瓣能够被消除。结果，第三合成信号等同于当对象基本上静止时获得的信号。换言之，由于第一合成信号的时间旁瓣与第二合成信号的时间旁瓣彼此抵消，第三合成信号具有减小了的、由于对象的身体动作而导致的时间旁瓣。

这种情况下，获得第一合成信号的步骤与获得第二合成信号的步骤的执行可以是在第一编码发射/接收与第二编码发射/接收步骤之后。

反向编码组中的多个调制码可以具有编码组中调制码的位相的旋转而得到的位相。这样，能够减小由于对象的身体动作而导致的时间旁瓣，以及同时由于对象内部的介质的非线性而导致的时间旁瓣。

例如，在第一个示例中，当编码组包括第一调制码和第二调制码，反向编码组可以按顺序包括：与第二调制码极性相反的第三调制码，和与第一调制码极性相反的第四调制码。在第二示例中，当编码组包括第一至第三调制码，反向编码组可以按顺序包括：与第三调制码极性相反的第四调制码、与第二调制码极性相反的第五调制码、和与第一调制码极性相反的第六调制码。在第三示例中，当编码组包括第一至第四调制码，反向编码组可以按顺序包括：与第四调制码极性相反的第五调制码、与第三调制码极性相反的第六调制码、第二调制码极性相反的第七调制码、和与第一调制码极性相反的第八调制码。在第四示例中，当编码组与反向编码组均包括N个调制码（其中N是自然数，大于或等于5），反向编码组中的第M个（其中M是自然数，小于或等于N）调制码与编码组中第（N-M+1）个调制码的极性相反。

第一编码发射/接收步骤与第二编码发射/接收步骤可以针对不同的扫描线来进行。按相反的顺序执行第一编码发射/接收步骤、第二编码发射/接收步骤，通过获得两个不同扫描线中每一个扫描线的第三合成信号，并合成两个第三合成信号，一个超声图可以被重构。

而且，第一编码发射/接收步骤可以包括：把与编码组中的调制码相对应的超声束分割并发射至多个第一扫描线，第二编码发射/接收步骤可以包括：把与反向编码组中的调制码相对应的超声束分割并发射至多个第二扫描线，所述多个第二扫描线至少部分与多个第一扫描线不同。

进一步，当要被与编码组和反向编码组相对应的编码驱动信号从探头发射的多个超声发射束被分割并发射至多个扫描线时，扫描超声束可以被分割并发射。可以分析与扫描超声束相对应的接收信号之间的相关，并且获得对象的空间相关（correlation）。用来分割多个超声发射束的扫描线的数目可以基于空间相关而确定。替换地，要跨越多条扫描线而被合成的扫描线的数目可以基于空间分辨率、敏感度水平、和超声图的帧速率中的至少一个参数来确定，以及通过一个输入单元来输入和定义。

而且，当要被与编码组和反向编码组相对应的编码驱动信号从探

头发射的多个超声发射束被重复地发射至扫描线时，扫描超声束可以被重复地发射至扫描线。可以分析与扫描超声束相对应的接收信号之间的相关，并且获得对象的时间相关。基于时间相关，可以确定要发射至扫描线的超声发射束的发射次数和发射定时二者中的一个。

本发明的超声成像设备包括：用于发射/接收超声波的探头；为探头输出驱动信号的发射器；处理从探头输出的接收信号的接收器；基于从接收器输出的合成信号重构超声图的图像处理器；显示重构的超声图的显示单元；以及，控制发射器、接收器、图像处理器和显示单元的控制器。这种情形下，发射器包括生成编码组和反向编码组的单元，所述的编码组包括多个调制码，其中至少两个是互补的关系，所述的反向编码组包括多个调制码，其中调制码的设置顺序与编码组的顺序相反；发射器还包括用编码组和反向编码组的信息对基本波进行调制并生成编码驱动信号的单元。接收器包括用与编码组中的每个调制码相对应的每个解调码来解调每个接收信号的单元，所述每个接收信号对应于被用编码组调制了的编码驱动信号；接收器还包括合成被解调了的信号并且生成第一合成信号的单元，以及用与反向编码组中的每个调制码相对应的每个解调码来解调每个接收信号的单元，所述每个接收信号对应于用反向编码组调制了的编码驱动信号；接收器还包括合成被解调了的信号并生成第二合成信号的单元，以及从第一合成信号和第二合成信号中生成第三合成信号的单元。

附图说明

图1是表示应用本发明的超声成像设备的第一实施例的构造的示意框图；

图2是图1所示的超声成像设备的发射器的详细构造的示意框图；

图3是图1所示的超声成像设备的接收器的详细构造的示意框图；

图4是图1所示的超声成像设备中一个超声束的传送方法的示意图；

图5是图1所示的超声成像设备中一个码调制器的操作的示意图；

图6是表示图5所示的码调制器的操作的时序图；

图7是图1所示的超声成像设备中的一个码调制接收信号及其解调制信号等的波形的一个示例的示意图；

图8是图1所示的超声成像设备中的一个码调制接收信号及其解调制信号等的波形的另一个示例的示意图；

图9是现有技术的超声成像设备中的一个码调制接收信号及其解调制信号等的波形的一个比较示例的示意图；

图10是现有技术的超声成像设备中的一个码调制接收信号及其解调制信号等的波形的一个比较示例的示意图；

图11是现有技术的超声成像设备中的一个码调制接收信号及其解调制信号等的波形的一个比较示例的示意图；

图12是表示应用本发明的超声成像设备的第二实施例的一个码解调器的构造与操作的示意图；

图13是表示图12中的码解调器的操作的时序图；

图14是表示应用本发明的超声成像设备的第三实施例的一个码解调器的构造与操作的示意图；

图15是表示图14中的码解调器的操作的时序图；

图16是表示应用本发明的超声成像设备的第四实施例的一个相关确定单元的构造的示意图；

图17是表示应用本发明的超声成像设备的第四实施例的一个相关确定单元的操作的示意图，该相关确定单元通过预扫描确定要合并于多条扫描线的扫描线的数目；

图18是表示应用本发明的超声成像设备的第五实施例的一个相关确定单元的操作的示意图，该相关确定单元通过预扫描确定为一条线的编码交换的数目；

图19是表示应用本发明的超声成像设备的第六实施例的构造的示意图；

图20是图19所示的超声成像设备的发射器的详细构造的示意框图；

图21是图19所示的超声成像设备的接收器的详细构造的示意框图。

具体实施方式

[第一实施例]

下面将描述应本发明的超声成像设备的第一实施例。图1是表示应用该实施例的超声成像设备的构造的示意框图。该超声成像设备包括探头1、发射器3和接收器5。探头1发射/接收超声波。发射器3输出用于探头1的驱动信号。接收器5用于接收输出自探头1的反射回声信号（以下称之为接收信号）。进一步，在其中提供了发射/接收分离器7，用于发射输出自发射器3的驱动信号和用于发射自探头1输出至接收器5的接收信号。

在探头1与发射/接收分离器7之间提供了扫描孔径切换器9。扫描孔径切换器9从探头1的多个转换器当中选择探头1的一个有孔径的转换器。而且，其中还提供了信号处理器13、图像处理器15、和显示单元17。信号处理器13针对例如输出自接收器5的一个接收信号执行检测处理。图像处理器15基于被信号处理器13处理过的信号重构超声图。显示单元17显示由图像处理器15重构的超声图。值得注意的是，其中还提供了输出命令给这些部件的控制器37。

发射器3具有调制波形选择器19、发射脉冲生成器21和功率放大器23。调制波形选择器19从预存的调制编码系数中选择一个期望的调制编码系数，并输出调制编码系数。调制编码系数被包含在调制码中并具有多个码元。发射脉冲生成器21基于输出自调制波形选择器19的调制编码系数对一个发射超声信号脉冲（以下称之为基本波）进行调制，并把调制过的基本波作为一个编码驱动信号输出。功率放大器23对输出自发射脉冲生成器21的编码驱动信号进行放大并输出至发射/接收分离器7。值得注意的是，其中还提供了发射控制器25，它输出命令给调制波形选择器19、发射脉冲生成器23和功率放大器23。发射控制器25还可以包括总线控制器、寄存器、选择器、存储器以及缓冲器。

接收器5具有放大器4和码解调器11。放大器4基于输出自控制器37的命令对输入自发射/接收分离器7的接收信号进行放大。码解调器11具有解调系数选择器27、解调滤波器29、线存储器31和合成器33。

解调系数选择器27从预存的解调编码系数中选择并输出一个期望的解调编码系数。值得注意的是，解调编码系数被包括于解调码中，并包括对应于一个调制码的调制编码系数的多个码元。解调滤波器29基于输出自解调系数选择器27的解调系数对输出自放大器4的接收信号进行解调。线存储器31临时保存输出自解调滤波器29的接收信号。合成器33对输出自解调滤波器29的接收信号和载入自线存储器31的接收信号进行合成。值得注意的是，其中还提供了码解调控制器35，它输出命令给解调系数选择器27和线存储器31。

图2是发射器3的详细构造的示意框图。调制波形选择器19包括码选择器39和波形选择器41。码选择器39具有码型选择器43、码长选择器45、码间隔选择器47和调制编码系数存储器49。调制编码系数存储器49保存通过事先计算获得的调制编码系数。码型选择器43根据输出自发射控制器25的命令选择一个调制码类型（如Golay码）。码长选择器45根据输出自发射控制器25的命令选择调制码的码长。码长是指包括在一个调制码中的码元的数量。码间隔选择器47选择调制码之间的间隔。关于码型、码长和间隔的信息（参数）被包括在调制码中。调制编码系数存储器49基于由码型选择器43选择的码型、由码长选择器45选择的码长、由码间隔选择器47选择的码间隔，把一个合适的调制编码系数从多个调制编码系数中读出并输出至传输脉冲生成器21。

值得注意的是，码型选择器43、码长选择器45和码间隔选择器47可以包括寄存器和选择器。调制编码系数存储器49可以包括存储单元，如SRAM和DRAM。

波形选择器41包括包络选择器51、波数选择器53和的发射波形选择器55。发射波形选择存储器55保存由事先计算获得的波形数据。包络选择器51根据输出自发射控制器25的命令选择一个包络形式。波数选择器53根据输出自发射控制器25的命令选择波数。发射波形选择存储器55基于由包络选择器51选择的包络形式和由波数选择器53选择的波数，在波形的数据中读出合适的的数据，并把被读出的数据作为基本波输出至发射脉冲生成器21。包络选择器51和波数选择器53可以包括寄存器和选择器。发射波形选择存储器55可以包括存储单元，如SRAM

和DRAM。

发射脉冲生成器21包括发射焦点选择器57、发射焦点延迟生成器59、发射脉冲存储器61和发射脉冲生成器62。发射焦点选择器根据输出自发射控制器25的命令定义发射焦点的深度。发射焦点的深度是指超声束汇聚于一个对象内的深度。发射焦点延迟生成器59基于由发射焦点选择器57定义的发射焦点深度输出发射时间脉冲给发射脉冲波形存储器61。发射时间脉冲是指一个信号，它按照一个延迟时间把发射时间延迟，该延迟时间是为包括在探头1的孔径中的每个转换器(通道)而定义的。发射波形存储器61，基于输出自调制编码系数存储器49的调制编码系数和输出自发射波形选择存储器55的基本波，从通过计算事先获得的发射脉冲波形中选择一个合适的发射脉冲波形。

值得注意的是，发射焦点选择器57可以包括寄存器和选择器。发射焦点延迟生成器59可以包括移位寄存器、选择器、计数器和频分器。发射脉冲波形存储器61可以包括存储单元，如SRAM和DRAM。发射脉冲生成器62可以包括数字-模拟(D-A)变换器和缓冲放大器。

进一步，当输出自发射焦点延迟生成器59被使能，发射波形存储器61输出被选择的发射脉冲波形至发射脉冲生成器62，与采样时钟同步。发射脉冲生成器62利用数字-模拟变换器把输出自发射脉冲波形存储器62的数字信号的发射脉冲波形变换成模拟电压值或电流值，并把变换过的发射脉冲波形作为编码驱动信号输出至功率放大器23。

功率放大器23包括增益放大器63和功率放大器26。增益控制器63根据输出自发射控制器25的命令输出合适的增益值至功率放大器65。功率放大器65根据输出自增益控制器63的增益值，把输出自发射脉冲生成器62编码驱动信号的增益进行放大并输出至发射/接收分离器7。值得注意的是，增益控制器63可以包括寄存器和选择器。功率放大器65可以包括放大FET和可调节增益放大器。

图3是码解调器11的详细构造的示意框图。如图3所示，码解调器11的解调系数选择器27具有解调码型选择器67、解调码长选择器69、解调码间隔选择器71和解调编码系数存储器73。其中还提供了码解调控制器35，它输出命令给解调码型选择器67、解调码长选择器69和解

调码间隔选择器71。解调码型选择器67根据输出自码解调控制器35的命令选择调制码的一个类型。解调码长选择器69根据输出自码解调控制器35的命令选择调制码的一个码长。解调码间隔选择器71根据输出自码解调控制器35的命令选择调制码之间的一个码间隔。解调编码系数存储器73保存通过事先计算获得的解调编码系数。解调编码系数存储器73根据由解调码型选择器67选择的码型、由解调码长选择器69选择的码长和由解调码间隔选择器71选择的码间隔，把一个合适的解调编码系数从多个解调编码系数中读出并输出给解调滤波器29。这里，包括由码型选择器43选择的码型、由码长选择器45选择的码长、和由码间隔选择器47选择的码间隔在内的参数，对应于由调制波形选择器19的码选择器39选择的调制码的参数。解调码型选择器67、解调码长选择器69和解调码间隔选择器71可以包括寄存器和选择器。解调编码系数存储器73可以具有存储单元，如SRAM和DRAM。

解调滤波器29具有接收信号延迟单元75和乘积累加器77。接收信号延迟单元75为一个所谓的接收焦点执行定相处理，所谓的接收焦点是有关输出自放大器4的每个接收信号的。这里，要被定相的接收信号对应于由包括于探头1的孔之中的每个振动的所接收到的信号。乘积累加器对由接收信号延迟单元75所定相的接收信号进行累加。乘积累加器77还进一步基于输出自解调编码系数存储器73的解调编码系数对累加过的接收信号进行码解调并输出至线存储器31。接收信号延迟单元75可以包括移位寄存器、选择器、计数器和频分器。乘积累加器77可以包括乘法器、累加器、选择器和FIR滤波器。

线存储器31具有线存储器控制器79和存储器81。线存储器控制器79基于输出自码解调控制器35的命令，输出命令至存储器81。存储器81临时保存由乘积累加器77解调的接收信号。存储器81还根据输出自线存储器控制器79的命令输出被保存的接收信号至合成器33。线存储器79可以包括寄存器、频分器、比较器、计数器和选择器。存储器81可以包括存储单元，如SRAM和DRAM。

合成器33具有合成系数选择器83和信号合成器85。合成系数选择器83根据输出自码解调控制器35的命令选择一个合成系数。信号合成

器85, 基于由合成系数选择器83选择的合成系数, 把输出自存储器81、具有时间延迟的一个预定数目的接收信号进行合成, 并输出合成后的接收信号至信号处理器13。值得注意的是, 合成系数选择器83可以包括寄存器和选择器。信号合成器85可以包括乘法器、累加器、和正-负变换计算单元。

下面将描述由超声成像设备获得一个超声图的基本操作。首先, 用于探头1的编码驱动信号由发射器3生成。生成的编码驱动信号通过发射/接收分离器7和转换器9的孔径被输入至探头1。这样, 编码的超声编码束被从探头发射至一个对象。被对象反射的超声波被探头1接收。被接收到的超声波作为一个接收信号经过接收器5所做的放大处理, 然后被进行码解调。解调过的接收信号被信号处理器13检测到, 被图像处理器15重构成一个超声图(如B模式图像和M模式图像)。重构的超声图被显示在显示单元17的显示屏上。

接下来, 详细描述在发射器3中生成一个编码驱动信号的处理过程。例如, 一种码型(如Golay码)首先被码型选择器43根据输出自发射控制器25的一个命令而选中。接着, 一个码长(如码长为4)被码长选择器45选中。然后, 一个码间隔(如波长 λ)被码间隔选择器47选中。这里, 波长 λ 是指对应于超声发射信号的中心频率的一个波长。然后, 基于由码型型器43选择的码型、由码长选择器45选择的码长和由码间隔选择器47选择的码间隔, 一个合适的调制编码系数被从编码系数存储器49载入。根据来自发射控制器25的命令, 上述的处理过程按定义的时间间隔重复进行。

另一方面, 驱动信号的基本波被波形选择器41生成。例如, 发射波形的一个包络被首先由包络选择器51选中。进一步, 发射波形的波的数目被波数选择器53选中。基于被选择的包络和波数, 期望的发射波形数据被发射波形选择器选择。被选择的发射波形数据作为驱动信号的基本波被输出至发射脉冲波形存储器61。

接着, 发射焦点的深度被发射焦点选择器57定义。基于被定义的发射焦点深度, 一个延迟时间被发射焦点延迟生成器59定义。基于定义的延迟时间的发射时间脉冲, 从发射焦点延迟生成器59输出至发射

脉冲波形存储器61。

基于输出自调制编码系数存储器49的调制编码系数和输出自发射波形选择存储器55的基本波，发射脉冲波形作为一个编码驱动信号被发射脉冲波形存储器61选择。被选择的编码驱动信号是一个波形，源于具有所述调制编码系数的基本波的码调制。当输出自发射焦点延迟生成器59的发射时间脉冲被使能（开），编码驱动信号被从发射脉冲波形存储器61载入。载入的编码驱动信号被输出至发射脉冲生成器62。输出编码驱动信号被发射脉冲生成器62从数字信号变换成一个模拟信号。被变换过的编码驱动信号被输出至功率放大器23。

进一步，根据输出自发射控制器25的命令，一个期望的增益值被增益控制器63所定义。基于期望的增益值，输出自发射脉冲生成器62的编码驱动信号的增益被功率放大器65放大。被放大的编码驱动信号通过发射/接收分离器7输入至扫描孔径切换器9。指定的编码驱动信号被输出至探头1的孔径中的每个转换器。输入编码驱动信号被每个转换器变换成为一个机械信号的超声波。被变换的超声波作为一个超声发射束从探头1被发射至一个对象。超声发射束的形成是由沿着一个方向行进形成的，该方向是被发射的超声波的波峰一致的方向，即对象的浓度的方向。

在此，描述调制码的组合，这是本发明的一个特点。根据该实施例，在生成一个编码驱动信号的处理过程中，四个调制码A、B、-B和-A作为一组被选择。编码驱动信号由每个被选择的调制码生成。之后，按定义的时间间隔，编码发射被生成的四个编码驱动信号重复四次。更具体地，第一调制码A和第二调制码B作为一对Golay码，按定义的时间间隔首先被编码选择器39选中。被选中的调制码A和B均为包括四个码元的调制编码系数。例如，调制码A的调制编码系数是（1，1，1，-1）。调制码B的调制编码系数是（-1，1，-1，-1）。调制码A的调制编码系数与调制码B的调制编码系数被定义为彼此正交。换言之，调制码A与调制码B是互补关系。按顺序具有调制码A和B的组被称之为编码组。调制码A和B中的每一个的多个码元被合并起来，朝着时间轴传播基本波的能量，并生成一个编码驱动信号。

之后，按定义的时间间隔，第三调制码-B和第四调制码-A被码型选择器43、码长选择器45和码间隔选择器47选择。这里，第三调制码-B的极性与第二调制码B的极性相反。第四调制码-A的极性与第一调制码A的极性相反。这里，极性相反是指位相旋转180度。所以，调制码-B的调制编码系数是(1, -1, 1, 1)。调制码-A的调制编码系数是(-1, -1, -1, 1)。按顺序具有调制码-B和-A的组被称之为反转的编码组。第一至第四调制码被统称为一个码包。然后，基于包括在一个码包中的第一至第四调制码A、B、-B和-A，按定义的时间间隔，编码发射/接收在一条扫描线上被重复四次。

图4示出了编码发射/接收在一条扫描线上被重复四次的方法。如图4所示，一个超声束通过变换朝着孔径发射（扫描线）的方向扫描一个对象的内部，并重复地发射。然后，在此实施例中，在每个扫描线上执行四次发射/接收。例如，基于调制码A的第一超声发射束被发射至第一扫描线，对应于该超声发射束的一个接收信号被接收。然后，基于调制码B的第二超声发射束被发射至那里，对应于该超声发射束的一个接收信号被接收。然后，基于调制码-B的第三超声发射束被发射至那里，对应于该超声发射束的一个接收信号被接收。最后，基于调制码-A的第四超声发射束被发射至那里，对应于该超声发射束的一个接收信号被接收。四次发射/接收被执行于每条扫描线(1, 2, ..., N-2, N-1, N, N+1, N+2, ...)。

下面描述在接收器5中对接收信号的处理过程。如上所述，超声发射束被一个编码驱动信号从探头1发射，被发射的超声束在对象内部传播。然后，超声发射作为一个反射回声信号在声阻发生变化的地方，如器官的表面，被部分反射。反射回声信号的一部分被探头1中的孔径中的多个转换器接收。接收到的反射回声信号被转换成电信号，被转换成的电信号作为接收信号被从探头1输出。

输出自探头1的接收信号被输出至扫描孔径切换器9。输出的接收信号通过发射/接收分离器7被输出至接收器5。然后，输入至接收器5的每个接收信号经历一个处理过程，如由放大器4进行的放大。例如，每个被放大的接收信号由接收信号延迟单元71通过接收焦点处理进行

定相。接收焦点是指，考虑到接收信号从接收信号的一个反射源到转换器的传播时间的差异，通过对不同信道的接收信号按不同量的延迟进行延迟，对不同通道的接收信号所做的定相处理。

另一方面，调制码的类型是由调制码型选择器67根据来自码调制控制器35的命令进行选择的。进一步，调制码的码长是由调制码长选择器69选择的。又进一步，调制码之间的码间隔是由调制码间隔选择器71选择的。之后，基于由调制码型选择器67选择的码型、由调制码长选择器69选择的码长、和由调制码间隔选择器71选择的码间隔，一个合适的调制编码系数被从调制编码系数存储器73载入。载入的调制编码系数被输出至乘积累加器77。值得注意的是，输出的调制编码系数是由调制波形选择器19选择的调制编码系数（如， $(-1, 1, 1, 1)$ ，对应于调制码A的调制编码系数 $(1, 1, 1-1)$ ）。调制编码系数是一个调制码，并包括多个码元。解调编码系数的多个码元被合并，从而会聚接收信号的能量，并解调接收信号。

然后，被接收信号信号单元75定相的接收信号被乘积累加器77进行累加。这样，获得了作为一个超声接收束的接收信号。进而，乘积累加器把接收信号乘以输出自解调编码系数存储器73的解调编码系数。这样，接收信号被码解调。被解调的接收信号被存储器81保存。

在该实施例中，四个编码发射/接收用一个码包在一条扫描线上被重复。四个接收信号被依次保存在存储器81中。被保存的第一到第四接收信号被合成器33为每一条扫描线合成于码包中，如图5所示。换言之，第一到第四接收信号被合成于一个码包。

接收信号被合成的操作如图5和图6所示。图5利用框图进行解释的示意图。图6是利用时序图进行解释的示意图。图5中的(i) - (iv)和图6中的(i) - (iv)示出了对接收信号进行调制与合成的操作，所述的接收信号对应于第N条扫描线的第一至第四超声发射束。

如图5(i)和图6(i)所示，对应于第一调制码A的接收信号被调制滤波器29调制。调制接收信号被保存在线存储器31中。接着，如图5(ii)和图6(ii)所示，对应于第二调制码B的接收信号通过解调滤波器29被保存在线存储器31中。如图5(iii)和图6(iii)所示，对应于第三调制

码-B的接收信号和对应于第四调制码-A的接收信号也按顺序被保存在线存储器31中。然后，如图5(iv)和图6(iv)所示，执行一个码包的编码发射/接收，第一至第四接收信号随后被从线存储器31中载入。所有的被载入的接收信号被信号合成器85调整成具有同样的时间轴。换言之，接收信号被调整成对应于对象内的深度的方向的采样点。基于输出自合成系数选择器83的合成系数，具有同样的时间轴的接收信号被信号合成器85合成。合成后的接收信号被输出至下游的信号处理器13。

以下，参照仿真结果（例示），通过与现有的编码发射/接收技术进行比较，将描述编码接收信号、码调制接收信号（解调信号）、源自解调信号的合成的接收信号（解调合成信号）和源自解调合成信号的进一步合成的最后的合成信号（合成信号）。

[例示1-1]

图7是示出了仿真结果以及时间旁瓣被减小的事实，即使是由于例如由于身体的移动导致接收信号中出现放大失真的情况下。图7所示的图形具有从左至右编码接收信号、第一和第二合成信号、以及第三合成信号的波形。第一和第二合成信号被第一和第二解调合成信号所引用，而第三合成信号被合成信号所引用。图形的纵轴表示信号的强度。图形的横轴表示表示时间。图7从顶上的行开始顺次示出了基于调制码A的第一编码发射/接收的情形、基于调制码B的第二编码发射/接收的情形、基于调制码-B的第三编码发射/接收的情形、和基于调制码-A的第四编码发射/接收的情形。

第一至第四编码接收信号是源自于基于调制码A、B、-B、-A的超声发射束的反射的信号。参见图7，编码接收信号具有第三和第四波幅，被由于例如身体的移动而导致的波幅失真所减小。这样，调制信号也具有减小了的波幅。

这里，如果没有波幅失真，当第一和第二解调信号被合成以获得第一解调合成信号P1，第三和第四解调信号被合成以获得第二解调合成信号P2，第一解调合成信号P1和第二解调合成信号P2均具有等同的波形。换言之，所有的解调合成信号应当用具有波长 λ 的一个周期的脉冲波来重构。然而，如图7所示，沿时间的方向，在主瓣的前和后，

解调合成信号P1和P2均具有时间旁瓣。出现在解调解调信号P1和P2的时间旁瓣具有相等的波幅和相反的极性。

在这个示例中，进一步合成第一解调合成信号P1和第二解调合成信号P2，得出了一个合成信号，其中第一解调合成信号P1的时间旁瓣和第二解调合成信号P2的时间旁瓣互相消除。因此，如图7的最右列所示，合成信号的时间旁瓣被减小至在显示时可以忽略的水平。

[例示1-2]

图8示出了类似于图7的图形，但所示的情形是由于身体的移动而导致的位相失真出现在编码接收信号中，而不是波幅失真。如图8所示，由于身体的移动而导致的时间旁瓣出现在每个解调合成信号P1和P2中。在该示例中，如图8的最右列中的所示，对解调合成信号P1和解调合成信号P2的进一步合成生成一个合成信号，它具有减小的时间旁瓣。

如同波幅失真出现在编码接收信号（图8）中那样，频率失真出现在出现在编码接收信号中的情形可以是同样的方式处理。

[比较示例1]

图9是用于解释现有技术中使用一对Golay码的编码发射/接收的图形。在该比较示例中，通过调制一个驱动信号（基本波）生成编码驱动信号，所述的驱动信号具有被选作Golay码的调制码A(1, 1, 1, -1)和调制码B(-1, 1, -1, -1)。每个调制码A和B均是包括4个码元的码长为4的码。调制码A和调制码B是互补关系。调制码A和调制码B具有正交性，并彼此抵消由于码调制导致的时间旁瓣。

如图9的左列所示，第一编码接收信号是源自基于调制码A的超声发射束的反射的波。第二编码接收信号是源自基于调制码B的超声发射束的接收的波。如图9的中间列所示，由于码解调导致的时间旁瓣出现在源自第一编码接收信号的解调的解调信号之中。在第二解调信号中也是这样。出现在第一和第二解调信号中的时间旁瓣具有彼此相等的波幅和相反的极性。如图9的右列所示，合成第一解调信号和第二解调信号，导致一个解调合成信号，其中由于码解调导致的时间旁瓣被彼此消除。如图9所示，通过执行现有技术的带有Golay码的编码发射/接收，由于码解调导致的时间旁瓣被减小。

然而，在现有技术的带有Golay码的编码发射/接收中，在第一超声束和第二超声束的时间间隔内，一个对象可能移动或特体的形态可能变化。这样，由于一个生物组织的身体动作（如，移动），时间旁瓣出现了。换言之，由于身体动作，时间旁瓣出现于互补码中，典型地就象Golay码。

如图9的中间列所示，第一解调信号的时间主瓣和第二解调信号的时间主瓣具有相等的波幅与极性。所以，如图9的右列所示，解调合成信号的时间主瓣的信号强度来源于用码长和编码发射/接收的数目乘以在没有编码发射/接收被执行的情形下的接收信号的信号强度。例如，在该比较示例中，码长是“4”，编码发射/接收的数目为“2”。所以，解调合成信号的时间主瓣的信号强度是没有编码的强度的8（ $=4 \times 2$ ）倍。

[比较示例2]

图10示出了类似于图9的图形，但是，图10所给出的示例是，因为在第一超声束和第二超声束的时间间隔内，对象移动了，所以由于身体的动作而导致的时间旁瓣出现在解调合成信号中。如图10的中间列所示，第一解调信号的时间主瓣和第二解调信号的时间主瓣具有不同的信号强度，但具有相同的极性。所以，如图10的右列所示，解调合成信号的时间主瓣具有加强了的信号强度。然而，如图10的中间列所示，第一和第二解调信号的时间旁瓣具有相反的极性，并具有彼此间的振幅偏移。所以，如图10的右列所示，对第一和第二解调信号进行合成，生成一个解调合成信号，其中的时间旁瓣未彼此消除，而是时间旁瓣继续存在。

[比较示例3]

图11给出了类似于图10的一个图形，但它表示的状态是，由于对象的身体动作，位相失真出现于编码接收信号中。如图10所示的情形，解调合成信号的时间旁瓣继续存在，未被消除。

根据该实施例，就象从示例1和2以及比较示例1-3中明显得出的，由于对象的介质的非线性而导致的时间旁瓣可以被减小，并且，由于对象的身体动作而导致的时间旁瓣可以被减小。所以，超声图的分辨

率可以增强。

下面再结合图8来说明获得本发明的优点的原理。当对象有身体动作(如,移动),对应于一个码组的两个调制码A和B的编码接收信号被解调,以获得解调信号。把获得的解调信号合成,导致解调合成信号P1(第一合成信号)。出现在解调合成信号P1中的时间旁瓣是由于来自对象的向前移动而导致的身体动作。接着,对应于在相反的码组中的两个调制码-B和-A的编码接收信号被解调,以获得解调信号。把获得的解调信号合成,导致解调合成信号P2(第二合成信号)。出现在解调合成信号P2中的时间旁瓣是等同于由于身体动作而导致的信号,该由于身体动作的信号是参照于解调合成信号P1的时间旁瓣、对象的相对反向移动导致的。

把解调合成信号P1与解调合成信号P2合成起来,导致一个合成信号(第三合成信号),在信号中,出现在解调合成信号P1与解调合成信号P2中由于对象的一定量的移动而导致的时间旁瓣彼此消除。于是,该合成信号能够等同于对象基本不动是获得的信号。换言之,当解调合成信号P1和解调合成信号P2被合成,解调合成信号P1的时间旁瓣与解调合成信号P2的时间旁瓣彼此消除,这能够减小由于对象的身体动作而导致的时间旁瓣。值得注意的是,解调合成信号P1可以被称为正向接收信号,而解调合成信号P2可以被称为反向接收信号。

进一步,根据该实施例,当对象进行匀速的理想方式的移动时,出现在解调合成信号中的时间旁瓣能够彼此消除,即使当对象进行复杂的移动,由于身体动作导致的时间旁瓣也能够被减小,因为移动可以被视作在一个更短的时间内的匀速运动。

以上基于第一实施例对本发明作为描述,但本发明并不局限于此。例如,一对Golay码被用作包括两个解调码的编码组,各种类型的码也可以被选用,如正交互补对码(Orthogonal Complementary Pair codes, 参见IEEE, On information Theory(关于信息技术), vol. IT-24, No. 5 Sept. 1978, P. 546-552)。作为另外一种方式,包括三个调制码的码组也可以使用。例如,当一个编码组包括第一至第三调制码X, Y和Z, 反向编码组可以包括极性与第三调制码Z相反的第四

调制码-Z、极性与第二调制码Y相反的第五调制码-Y、极性与第一调制码X相反的第四调制码-X。这种情况下，调制码-X源自按预定的位相数对调制码X的位相作旋转。对于调制码-Y和-Z也是一样的。所以，时间旁瓣可以被减小的更多。而且，即使当包括四个调制码的编码组，如四相序列(Quadriphase Sequence, 参见IEICE Trans. Fundamentals, Vol. E82-a_12_2771)，反向编码组中的每个调制码都可以按照与具有三个调制码的情形一样的方式定义。在此情形下，当编码组与反向编码组均具有N个调制码，在反向编码组中的第M个调制码可以具有与编码组中第(N-M+1)个调制码相反的极性，其中，N和大于或等于5的自然数，M是等于或小于5的自然数。

换言之，在反向编码组中的多个调制码可以具有来自于对编码组中的调制码的位相进行旋转而得到的位相。所以，由于对象的身体动作而导致的时间旁瓣可能被减小，同时，由于对象内部介质的非线性而导致的时间旁瓣也可以被减小。

上面描述了调制码的码间隔为 λ 的示例，但码间隔可以变为 1.5λ 或 2λ 。例如， 2λ 的时候，调制码A的调制编码系数可以是(1, 0, 1, 0, 1, 0, -1)，调制码B的调制编码系数可以是(-1, 0, 1, 0, -1, 0, -1)。这样，码间隔增大了，因其产生的回应的影响就减小了。所以，时间旁瓣可以被更加减小。

进一步，上面描述的示例是调制编码系数通过事先计算获得，和调制编码系数被存储于调制编码系数存储器49的情形，但调制编码系数可以由例如CPU，基于有关调制码、码长和码间隔的信息，来计算和获得。发射波形可以由一个用于发射波形与脉冲波形的CPU，基于调制码系数，来计算和获得。

[第二实施例]

下面描述本发明的第二实施例。该实施例与第一实施例的区别在于，从具有不同方向的多个扫描线获得的接收信号在扫描线间被合成。所以，与第一实施例中相同的部分的描述在这里被略去，只描述其差别。在描述中，相同的部件采用相同的附图标号。

图12是表示该实施例的一个码解调器的构造与操作的示意图。图

13是表示图12中的码解调器的操作的时序图。该实施例的码解调器最优地是被配置成合成扫描线间的接收信号。例如，如图12所示，码解调器11具有包线存储器（packet line memory）91和包线合成器93，而没有实施例1中的线存储器31与线合成器33。解调滤波器29的输出信号被输入至包线存储器91。解调滤波器29或包线存储器91的输出信号被输入至包线合成器93。码解调器11进一步包括扫描线存储器95和扫描线合成器97。包线合成器93的输出信号被输入至扫描线存储器95。包线合成器93或扫描线存储器95的输出信号被输入至扫描线合成器97。包线存储器91和扫描线存储器95被码解调控制器35所控制。

下面描述该实施例的码解调器11的操作。如第一实施例，编码发射/接收是通过使用包括两个调制码A和B的一个编码组以及包括两个调制码-B和-A的反向编码组来执行的。如图12中的(i)至(iii)和图13中的(i)至(iii)所示，在第N扫描线上执行第一至第三编码发射/接收。这样，第一至第三接收信号被解调滤波器29解调。被解调的第一至第三接收信号被包线存储器91顺序地保存。接着，在第N扫描线上执行第四编码发送/接收。这样，如图12(iv)和图13(iv)所示，第四接收信号被解调滤波器29解调。被解调的第四接收信号被输出至包线合成器93。这里，第一至第三接收信号也被从包线存储器91载入，并被输出至包线合成器93。进一步，根据输出自码解调控制器35的命令，由合成系数选择器83选择的合成系数被输出至包线合成器93。基于输出的合成系数，第一至第四接收信号被包线合成器93合成。被合成的接收信号被输出至扫描线存储器95和扫描线合成器97。

用这种方式，扫描线存储器95保存最后的接收信号。最后的接收信号是来自例如第(N-1)扫描线的接收信号。然后，当第N扫描线的接收信号被从包线合成器93输入至扫描线合成器97时，第(N-1)扫描线的接收信号被从扫描存储器95载入。这里，根据输出自码解调控制器35的命令，由合成系数选择器83选择的合成系数被输出至扫描线合成器97。基于输出的合成系数，第(N-1)扫描线的接收信号和第N扫描线的接收信号被扫描合成器97合成。基于被合成的接收信号，信号处理器13生成了对应于第N扫描线的象素位置的诊断图像。

当第(N-1)和第N扫描线的接收信号要由扫描线合成器97在扫描线间被合成,如果要提供给扫描线合成器97的合成系数是(1,1),接收信号可以很容易地以1:1的比例被合成。

如上所述,根据该实施例,基于扫描系数,第一扫描线(如,第(N-1)扫描线)的接收信号和不是的第一扫描线的第二扫描线(如,与第(N-1)扫描线相邻的第N扫描线)的接收信号被合成。这样,由于身体动作而导致的时间旁瓣可以被更加减小。

进一步,第一实施例的存储器81在该实施例中被分成包线存储器91和扫描线存储器95。所以,线存储器可以被有效地使用。

下面结合示例,对采用该实施例的码解调器11的具体示例和其它示例加以描述。

[示例2-1]

在该示例中,具有不同方向的两条扫描线的接收信号跨越了扫描线被合成起来。更具体地说,第(N-1)扫描线的编码发射/接收的执行是使用包括两个调制码A和B的一个编码组以及包括两个调制编码-B和-A的一个反向编码组来进行的。然后,与第(N-1)扫描线相邻的第N线的编码发射/接收的执行是使用编码组和顺序相反的反向编码组来进行的。换言之,第N扫描线与第(N-1)扫描线的编码发射/接收的执行是按相反的顺序进行的。

更具体地,第(N-1)扫描线的编码发射/接收的执行是基于调制码A、B、-B、-A。另一方面,第N扫描线的编码发射/接收的执行是基于调制码-B、-A、A、B。接下来,第(N-1)扫描线的接收信号被包合成器93在码包之间合成。第N扫描线的接收信号在码包之间被合成。基于合成系数对合成信号作进一步合成,产生一个跨越第(N-1)和第N扫描线的信号合成信号(inter-scan-line synthesis signal,扫描线际合成信号)。基于得到的扫描线际合成信号,第N扫描线的一个超声图被重构。

根据该示例,出现在第(N-1)扫描线的合成信号中的时间旁瓣是由于对象向前移动的身体动作而导致的信号。另一方面,出现在第N扫描线的合成信号中的时间旁瓣是由于对象向相反的方向移动的身体

动作而导致的信号。所以，通过把第(N-1)扫描线与第N扫描线进行跨扫描线的合成，由于身体动作而导致的时间旁瓣可以被彼此消除。

值得注意的是，本发明并不局限于该示例，编码发射/接收可以被执行于两条不同的扫描线上，只要它们的编码发射/接收的执行是具有彼此不同的方向。

[示例2-2]

在该示例中，基于一个码包的四个超声发射束被分并被发射至多条扫描线。例如，第(N-1)扫描线上的编码发射/接收的执行是使用调制码A和B。第N扫描线上的编码发射/接收的执行是使用调制码-B和-A。然后，基于一个合成系数，第(N-1)和第N扫描线的接收信号由包线合成器93为每条扫描线合成起来。为每条扫描线的合成而产生的接收信号又进一步被扫描线合成器97跨扫描线合成起来。基于该合成信号，对应于第N扫描的诊断图像被重构。以此方式，为了合成跨越多条(如，两条)扫描线的码包的编码发射/接收在每条扫描线上被重复。

根据该示例，每条扫描线上的射/接收的数目可以减小。所以，由于身体动作而导致的时间旁瓣可以被减小，而且超声图像的帧速率得以增强。

[示例2-3]

在该示例中，编码发射/接收被执行于一组四个扫描线上。例如，第(N-2)扫描线的编码发射/接收的执行是使用调制码A。第(N-1)扫描线的编码发射/接收的执行是使用调制码B。第N扫描线的编码发射/接收的执行是使用调制码-B。第(N+1)扫描线的编码发射/接收的执行是使用调制码-A。然后，这些扫描线的接收信号被扫描线合成器97进行合成。对应于第(N+1)扫描线的诊断图像被重构。以此方式，在每条扫描线上重复进行为了跨越多条(如，四条)扫描线而合成码包的编码发射/接收。于是，由于身体动作而导致的时间旁瓣可以被减小，而且超声图的帧速率得以增强。

总地来说，本发明并不局限于示例2-2和2-3，而是，对应于一个编码组的调制码的超声束可以被分并被发射至多条第一扫描线，对应于相反编码组的调制码超声束可以被分并被发射到至少部分地不同于

多条第一扫描线的多条第二扫描线。

[示例2-4]

在该示例中，当基于一个码包的多个超声束被分和被发射至多条扫描线时，用一条虚拟扫描线插入在扫描线之间。例如，源自于对第(N-1)和第N扫描线中的每条的合成的接收信号又进一步被扫描线存储器95合成，码解调控制器35改变要提供给扫描线存储器95的合成系数。这样，虚拟扫描线数目提高了。所以，超声图的分辨率得以增强。更具体地，当在第(N-1)与第N扫描线之间进行合成，合成系数是(1/4, 3/4)，(2/4, 2/4)，和(3/4, 1/4)。这样，三个插入线可以被定义于第(N-1)和第N扫描线(相邻的扫描线)。所以，由于虚拟扫描线的数目提高，超声图的分辨率得以增强。

[第三实施例]

下面结合图14和图15对本发明的第三实施例加以说明。图14是表示该实施例的一个码解调器的构造与操作的示意图。图15是表示图14中的码解调器的操作的时序图。该实施例类似于第三实施例的码解调器，除了合成接收信号的处理过程的操作方法。所以，第三实施例中与前述同样的部分的描述被省略，只描述不同的部分。描述中同样的部件使用同样的附图标号。

如图14(ii)和图15(ii)所示，当第二编码发射/接收被执行，输出自解调滤波器29的接收信号被直接输入至包线合成器93。这里，保存在包线存储器91中的前一个编码发射/接收的接收信号被从包线合成器93中载入。被载入的第一接收信号被包线合成器93合成于第二接收信号。合成后的接收信号被返回至包线存储器91。然后，如图14(iii)和图15(iii)所示，当第三编码发射/接收被执行，输出自解调滤波器29的第三接收信号也被进一步合成于自包线存储器91载入的被包线合成器93合成的合成接收信号。如图14(iv)和图15(iv)所示，输出自解调滤波器29的第四接收信号被进一步合成于自包线存储器91载入的合成接收信号，并被输出至信号处理器13。与第二实施例的那些优点同样的优点也可以在该实施例中获得。

[第四实施例]

下面结合附图16和17对本发明的第四实施例加以说明。该实施例与第二实施例的不同在于，基于一个码包的超声发射束所要被分成的数目是由进行一预扫描来决定的，该预扫描执行于编码发射/接收之前，使用一个扫描超声发射束，用来分析接收信号之间的相关关系。

图16是表示该实施例的一个相关确定单元的构造的示意图。如图16所示，相关确定单元98包括存储器99、相关处理器100、确定单元101与阈值选择器102。存储器99包括存储单元，如SRAM。相关处理器100包括用来实现减法与加法计算的计算机，例如DSP（数字信号处理器）和CPU。确定单元101包括对输入值进行比较的确定单元。阈值选择器102包括选择器。

在图17所示出的示例中，通过使用预扫描、相关确定单元98的一个具体的序列以及一个确定方法而获得一个空间相关。如图17(A)所示，在开始编码发射/接收之前，定义一个感兴趣范围（range of interest, ROI），它自动地包括显示屏上的目标103，或者是用例如轨迹球的输出单元来定义。然后，为目标103定义扫描线105的一个预定的数目（如沿第一至第六方向的扫描线）来发射扫描超声发射束。

接着，如图17(B)所示，扫描超声发射束从探头1沿第一至第六方向发射。这样，出现在每条扫描线中的每个超声波都被探头1接收。每个被接收到的超声波经过放大器4的放大处理，之后作为多个接收信号被输出至相关确定单元98。被输入至相关确定单元98的每个接收信号都被存储在存储器99中。基于自存储器99载入的接收信号，接收信号中的相关系数被相关处理器获得。例如，第一和第二方向的接收信号之间的相关系数在这里是作为零(0)而获得。类似地，第二和第三方向、第三和第四方向、第四和第五方向、以及第五和第六方向的相关系数在这里是作为0.4、0.6、和0.3。用确定单元把每个获得的相关系数与输出自阈值选择器102的阈值（如0.4）进行比较。

如果相关系数等于或大于阈值，相关系数被确定单元101确定为一个有效值。所以，在该实施例中，第二至第五的三个方向的那些被确定为有效扫描线。值得注意的是，阈值可以被操作者自由地改变。确定的三个方向的扫描线的每个线地址被从相关确定单元98输出至控制

器37。然后，基于输出的线地址，就象第二实施例一样，基于一个包的编码驱动信号的超声发射束被分并发射至第二至第五方向的扫描线。

根据该实施例，在编码发射/接收被执行之前，检测一个对象的空间相关（如，对象103的大小）。因此，如果确定空间变化是小的，要跨越多条扫描线而被合成的扫描线的数目可以被增大。结果，信号敏感度被增强，并且/或者时间旁瓣被减小。

如果确定空间变化是大的，跨越多条扫描线被合成的扫描线的数目可以减小。因此，出现在超声图中的晕圈与/或模糊能够被防止，因为发射的超声波可以被可靠地辐射至目标103。

进一步，根据该实施例，要跨越多条扫描线被合成的扫描线的可接收的最大数目可以基于空间相关来确定。所以，把超声发射束分成最大数目的扫描线或略少的线能够防止超声图中的晕圈与/或模糊，并取得期望的信号敏感度。

下面描述该实施例的一个相关计算系数的计算的示例。例如，为了获得接收信号X1与另一个接收信号S2之间的一个相关系数，接收信号S1与S2的相等位相中的四个代表点被按匀速的间隔确定。在确定的代表点1至4的接收信号的差的绝对值 $|S1-S2|$ 被累加。获得被累加的绝对值的平均值。获得的平均值被除以一个接收信号的绝对值 $|S1|$ 。然后，把所得的商值从1中减去，得出相关系数。这可以表示为：

$$\text{相关系数} = 1 - \frac{\sum |S1-S2|}{4|S1|} \quad [\text{公式1}]$$

以上描述了第四实施例，本发明并不局限于此。例如，超声图的空间分辨率、敏感度、和帧速率这样的参数可以由操作者通过一个输入单元进行输入和定义。这种情形下，基于输入的一个参数或多个参数，要跨越多条扫描线而合成的扫描线的数目可以被确定。而且，被定义的一个参数或多个参数以及一个对象的空间相关被整体地确定，从而使扫描线的数目可以基于前面的确定结果而被确定。值得注意的是，输入单元可以包括鼠标和键盘。显示单元17显示用来定义参数的GUI（图形用户界面，Graphical User Interface）。

在该实施例中，在开始编码发射/接收之前进行预扫描时，预扫描

可以在要被诊断的部分变化了的时候进行或者周期地进行。这种情形下，当要被诊断的部分在诊断的过程当中发生变化时，预扫描可以用一个按钮来手动地开始，也可以自动地开始，自动开始的情况是指，基于被显示图像的密度数据例如随着时间而发生的变化，自动地识别出所述的部分从目标103移出。而且，对预扫描功能进行有效化和无效化的设置可以从一个输入单元输入。总结地说，进行预扫描的定时可以是多个超声发射束，根据对应于一个编码组和反向编码组的编码驱动信号，被分和被从探头1发射至多条扫描线之前的定时，也可以是要对其照射发射自探头1的超声发射束的部分发生变化的定时，也可以是预先确定的定时。

不同于公式1，相关系数可以基于以下公式而获得：

$$\text{关联系数} = \frac{\sum_i^N (\dot{S}_{1_{n+i}} \cdot \dot{S}_{2_{n+i}})}{\sum_i^N |\dot{S}_{1_{n+i}}| \cdot |\dot{S}_{2_{n+i}}|} \quad [\text{公式2}]$$

其中N是采样点的数目， \dot{S}_1 和 \dot{S}_2 是S1和S2的矢量符号。在公式2中，该实施例中的采样数目是“4”。换言之，分析是使用预扫描超声束在四个采样点（N=n, n+1, n+2, 和n+3）上进行的。点n至n+3是对应于采样点的位置，所述采样点是所有采样点对应于目标103的采样点。替代地，Pearson乘积-矩（product-moment）相关系数、Spearman的秩（rank）相关系数或者Kendall的秩相关系数也可以使用。换言之，值的分布的数量的大和小关系可以与平均数进行比较。

[第五实施例]

下面结合附图18对本发明的第五实施例加以说明。在图18的示例中，通过使用预扫描、相关确定单元98的一个具体的序列、以及确定方法，获得时间相关。该实施例与第四实施例的区别在于，要发射至一条扫描线的超声发射束的数目是通过在编码发射/接收被执行之前在一条扫描线上进行预扫描而获得的。与第四实施例同样的部分的描述在此被略去，只描述不同的部分。

如图18（B）所示，在编码发射/接收被执行之前，扫描超声发射束被从探头1按定义的时间间隔多次（如，六次）发射至一条扫描线105。

接收信号之间的相关系数是由相关确定单元98的相关处理器100基于接收自探头1的接收信号而获得的。例如，当目标103移动了一个身体动作，第一与第二次、第二与第三次、第三与第四次、第四与第五次、和第五与第六次的接收信号之间的相关系数在这里是作为0、0.6、0.7、0.4、和0获得的。获得的相关系数被确定单元101与输出自阈值选择器102的一个阈值（如，0.4）进行比较。然后，等于或高于阈值的相关系数被确定单元确定为有效值。基于被确定的有效值，要在一条扫描线上执行的发射/接收的数目与发射时间被确定。例如，在该实施例中，第二与第三次、第三与第四次、第四与第五次、和第五与第六次的接收信号之间的相关系数被确定为有效值。所以，在第二至第五次，四个编码发射/接收将按同样的时间间隔以扫描超声发射束的定时被执行。

根据该实施例，对象的一个随时间的变化（如，由于呼吸移动的身体动作而导致的目标103的一个移动）可以被检测。因此，当确定随时间的变化是小的，将以在一条扫描线上执行的编码发射/接收的数目可以被增大。结果，信号的敏感度可能被增强，并且/或者时间旁瓣能够被减小。例如，基于调制码A、B、-B、和-A的编码发射/接收要以执行于一条扫描线上更多的次数，如八次或十六次，而不是四次基于调制码A、B、-B、和-A的在一条扫描线上的重复编码发射/接收。

当确定随时间的变化是大的，要在一条扫描线上执行的编码发射/接收的数目可以被减小。这样，出现在超声图中的晕圈与/或模糊可以被防止，因为超声发射束可以被准确地辐射到目标103。进一步，基于时间相关，要执行于一条扫描线上的编码发射/接收的最大可接收数目可以被确定。于是，在这样的范围内执行编码发射/接收能够防止超声图中的晕圈与/或模糊，并实现期望的信号敏感度。

以上描述了第五实施例，本发明并不局限于此。例如，超声图的空间分辨率、敏感度水平、和帧速率这样的参数可以由操作者通过一个输入单元进行输入和定义。这种情形下，基于输入的一个参数或多个参数，要在一条扫描线上执行的编码发射/接收的数目可以被确定。而且，被定义的一个参数或多个参数以及一个对象的时间相关被整体

地确定,从而使编码发射/接收的数目可以基于前面的确定结果而被确定。

如同在第四实施例中,在本实施例中,在开始编码发射/接收之前进行预扫描时,预扫描可以在要被诊断的部分变化了的时候进行或者周期地进行。这种情形下,当要被诊断的部分在诊断的过程当中发生变化时,预扫描可以用一个按钮来手动地开始,也可以自动地开始,自动开始的情况是指,基于被显示图像的密度数据例如随着时间而发生的变化,自动地识别出所述的部分从目标移出。而且,对预扫描功能进行有效化和无效化的设置可以从一个输入单元输入。

[第六实施例]

下面结合图19至21对本发明的第六实例加以说明。图19是表示该实施例的超声设备的构造的示意图。图20是该实施例的发射器的详细构造的示意框图。图21是该实施例的码解调器的详细构造的示意框图。该实施例与实例1的不同之处在于,在调制波形选择器19与发射脉冲生成器21之间提供了一个调制波形位相旋转单元87,而且,在解调系数选择器27与解调滤波器29之间提供了一个解调系数位相旋转单元89。因此,与第一实施例相同的部分的描述在此被省略,只描述其中的不同的部分。在描述中,相同的部件采用相同的附图标号。

如图19所示,该实施例的超声成像设备包括在发射器3的调制波形选择器19与发射脉冲生成器21之间的一个调制波形位相旋转单元87。该超声成像设备还进一步包括在码解调器的解调系数选择器27与解调滤波器29之间的一个解调系数位相旋转单元89。这里,调制波形位相旋转单元87和解调系数位相旋转单元89基于期望的频带执行位相旋转。

下面说明该实施例的超声成像设备的工作。首先,多个调制波形,如与调制码A、B、-B、-A有关的调制波形,被调制波形选择器19选择。被选择的多个调制波形被存储在调制波形位相旋转单元87中。根据一人预定的发射序列,被存储的调制波形被发射脉冲生成器21自调制波形位相旋转单元87载入。载入的调制波形被输出至功率放大器23。另一方面,多个解调编码系数,如与调制码A、B、-B、-A对应的解调码,

被解调系数位相旋转单元89选择。根据预定的发射序列，被存储的解调编码系数被从解调系数位相旋转单元89载入。被载入的解调编码系数被输出至解调滤波器29。

根据该实例，基于调制码的解调波形被位相旋转，并被调制波形位相旋转单元87输出。此外，基于调制码的解调编码系数被位相旋转，并被解调系数位相旋转单元89输出。这样，除了具有与第一实施例的优点相同的优点以外，计算负载能够被有利地减小，因为不需要每个编码发射/接收都需要计算调制波形或解调编码系数。

以下基于第一至第六实例描述了本发明，本发明并不局限于这些。例如，根据该实施例，在编码组中的调制码例如是调制码A和B，在反向编码组中的调制码是-B和-A。换言之，在反向编码组中的调制码个具有相反的位相的顺序设置，这来源于编码组中的调制码的们位相的旋转。于是，由于身体动作而导致的时间旁瓣可以被减小，同时，由于对象内部的介质的非线性而导致的时间旁瓣也能够被减小。但本发明并不局限于此。更具体地，编码组中的调制码可以是调制码A和B，而反向编码组中的调制码可以是调制码B和A。在这种码构造之下，由于对象的身体动作导致的时间旁瓣可以被减小。这种情况之下，除了反向编码组的调制码被旋转的方式，本发明的第现代战争实施例与示例适用于任何的方式。值得注意的是，这也同样适用于三个或更多的调制艳阳天被包括于一个编码组与反向编码组的情形。

如在日本未审专利公开文件No. 7-59766所公开的，本发明的每个实施例与示例还适用于这样的情形，即，编码组中的调制码是调制码A和B，反向编码组中的调制码是调制码-A和-B。在此情形下，由于对象的身体动作而导致的时间旁瓣不可以被减小，但由于对象内部的介质的非线性而导致的时间旁瓣可以被减小。值得注意的是，对于三个或更多的调制码被包括在一个编码组与反向编码组中的情形也是这样。

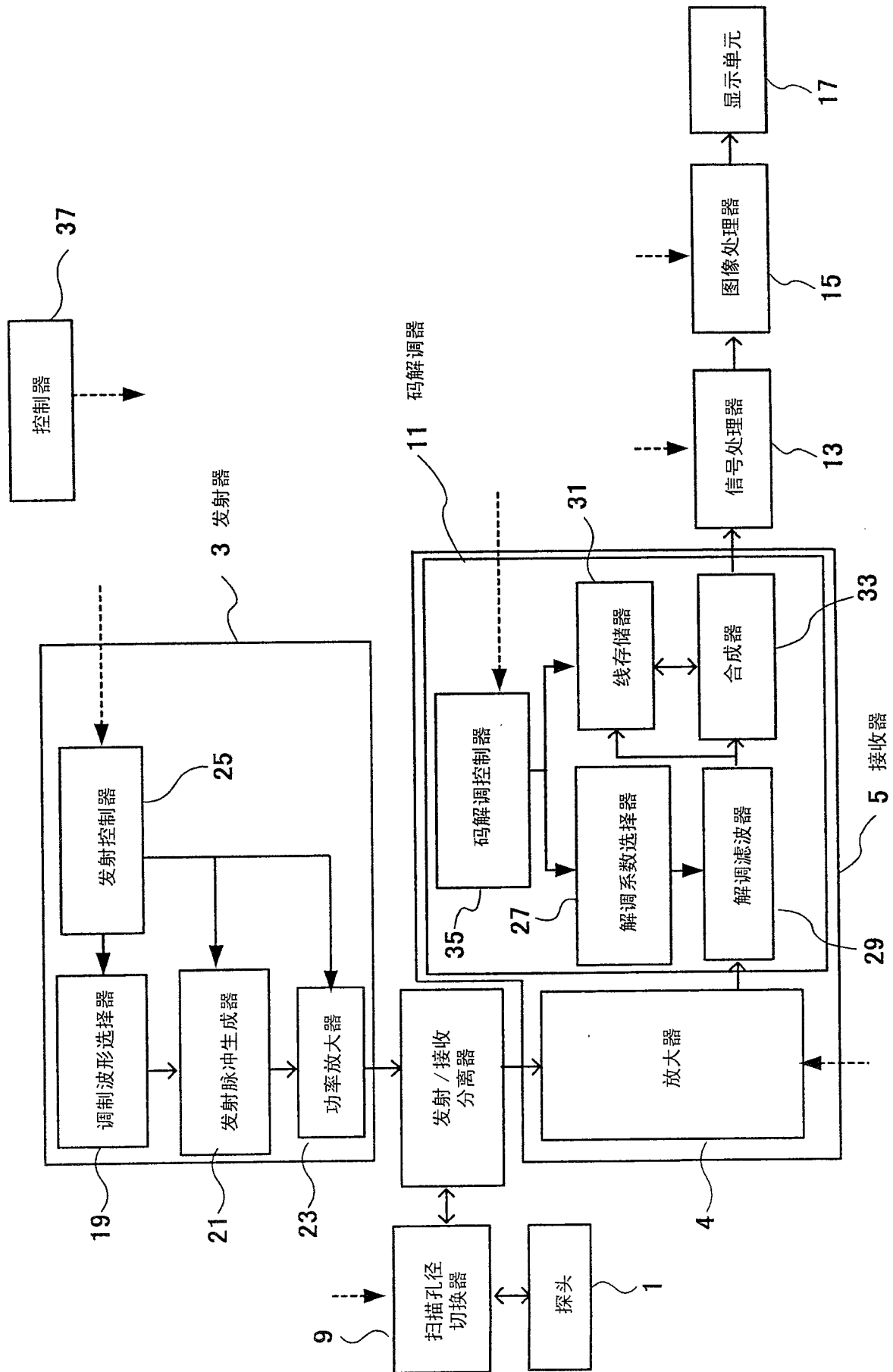
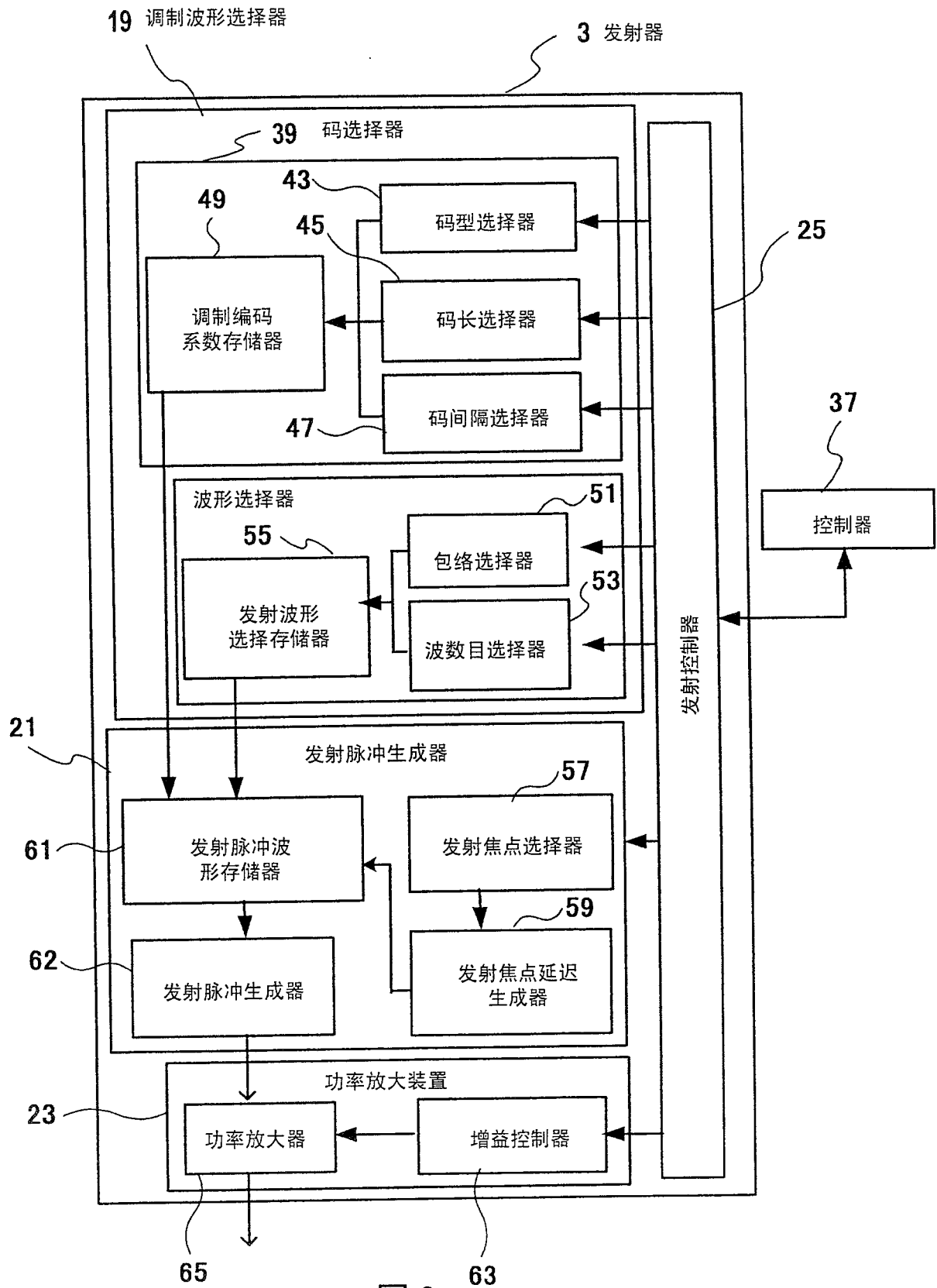


图 1



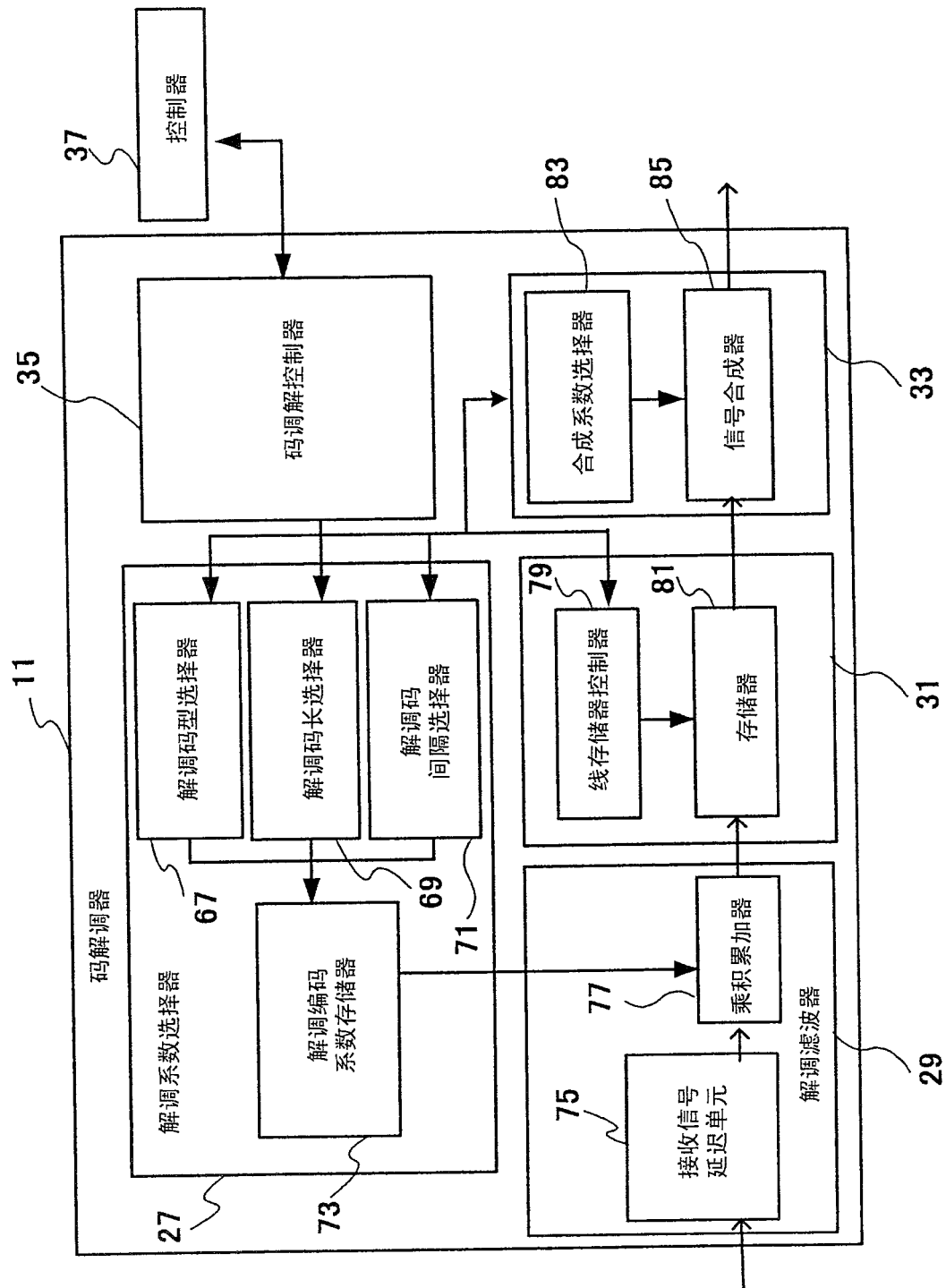


图 3

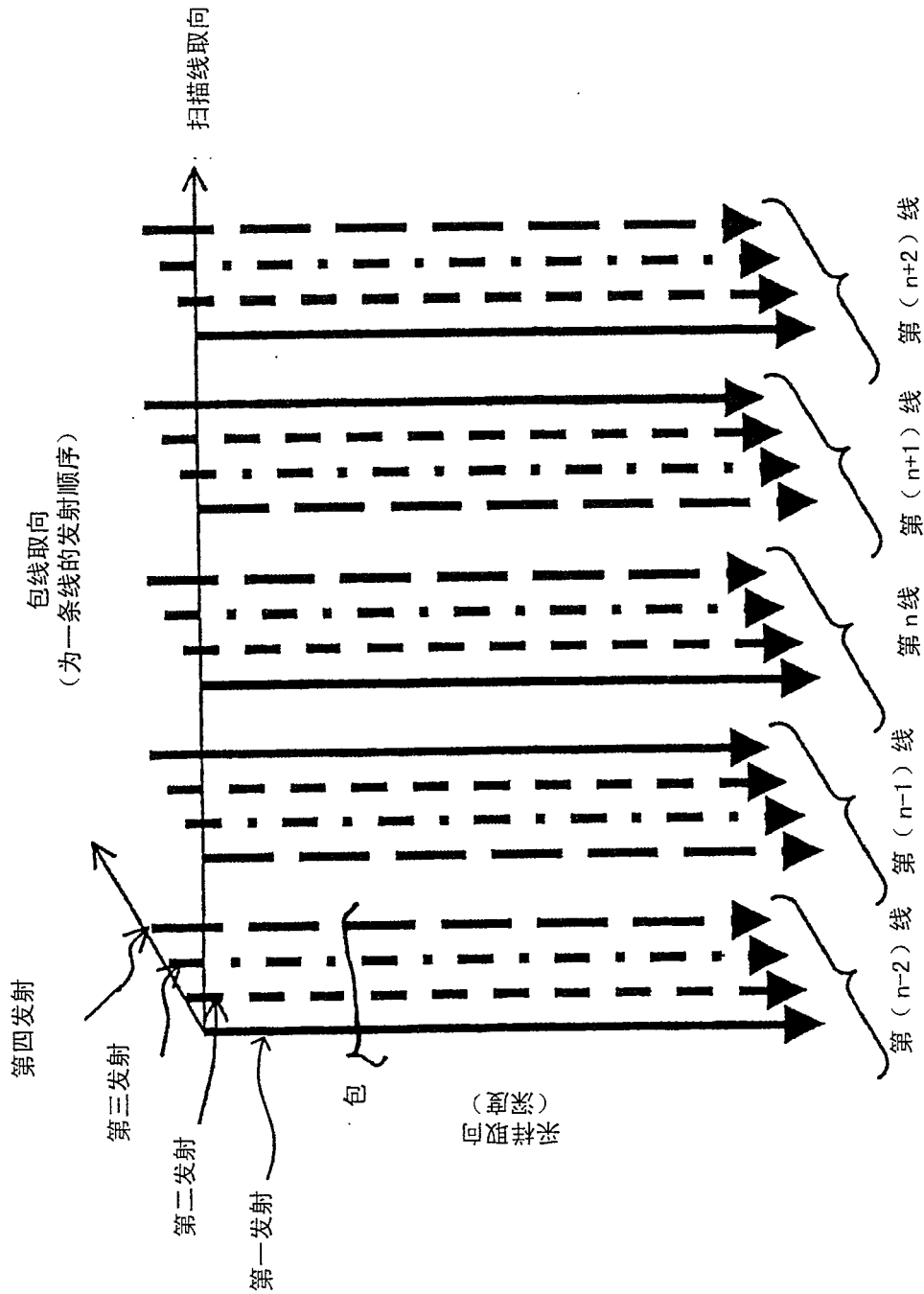
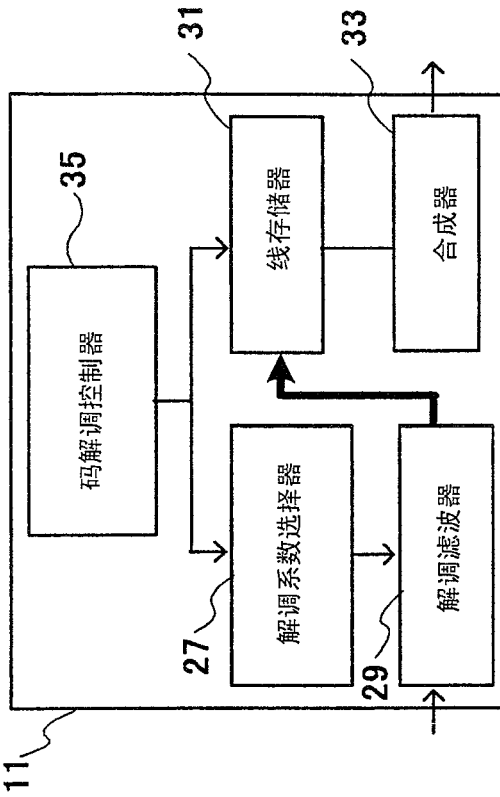
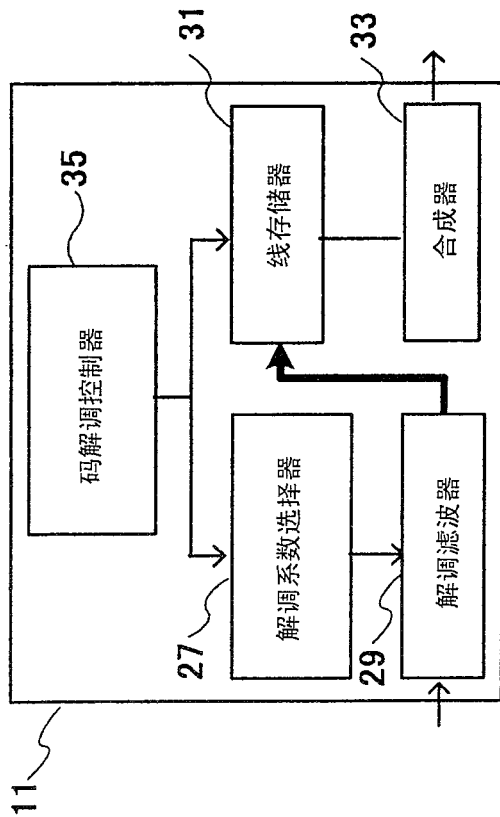


图 4

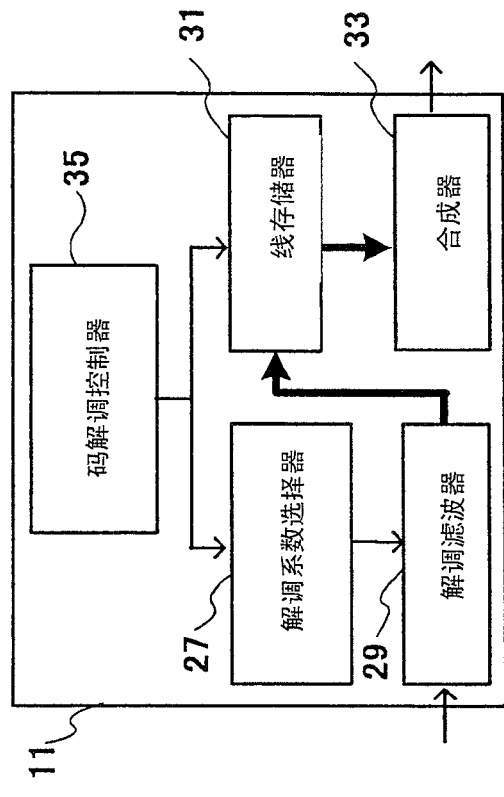
(iii) 第N/第三编码发射/接收



(i) 第N线/第一编码发射/接收



(iv) 第N/第四编码发射/接收



(ii) 第N/第二编码发射/接收

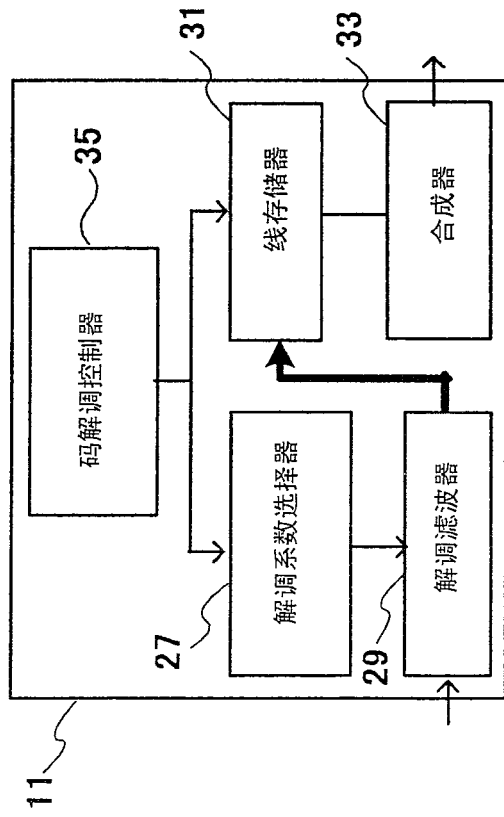


图5

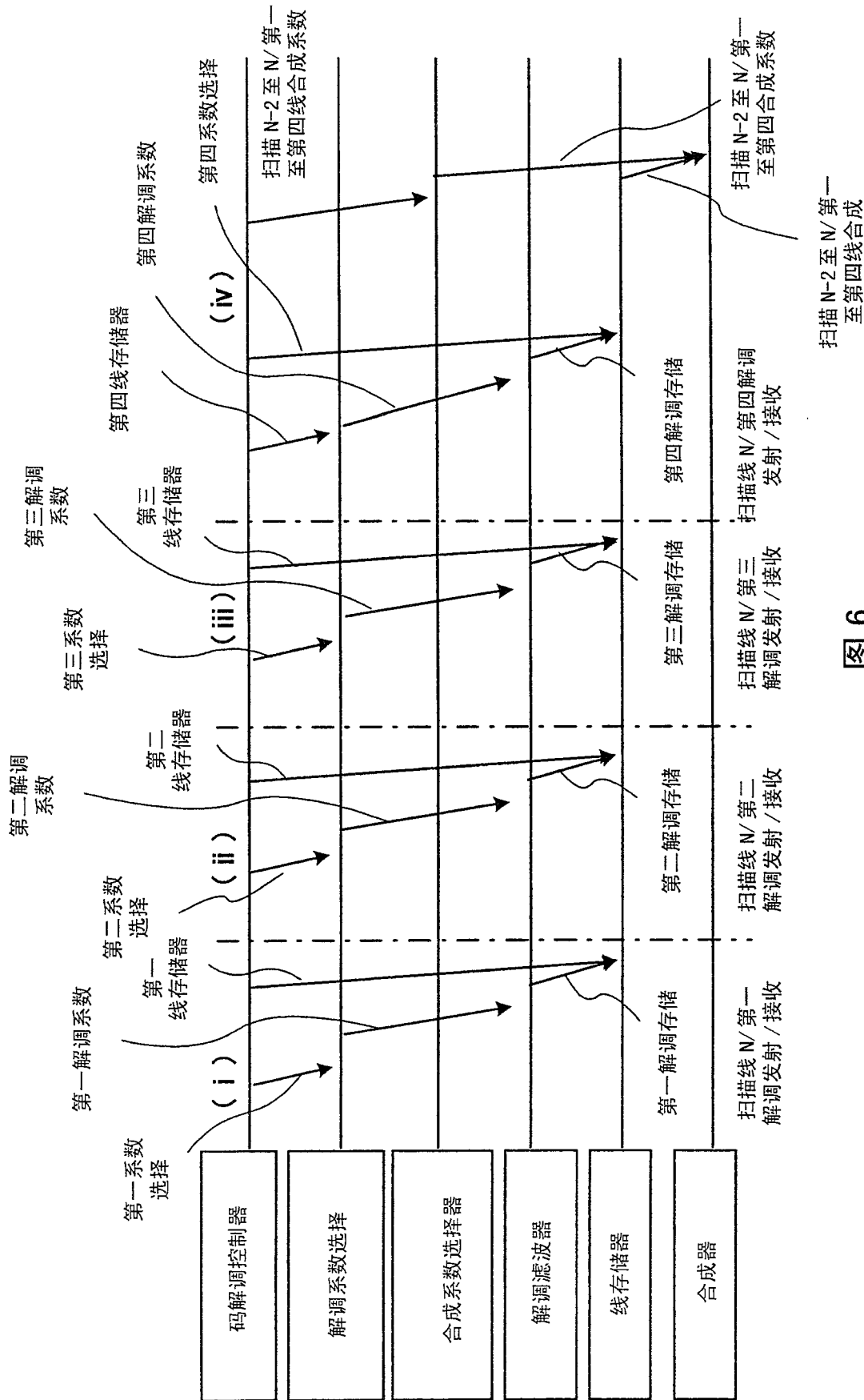


图 6

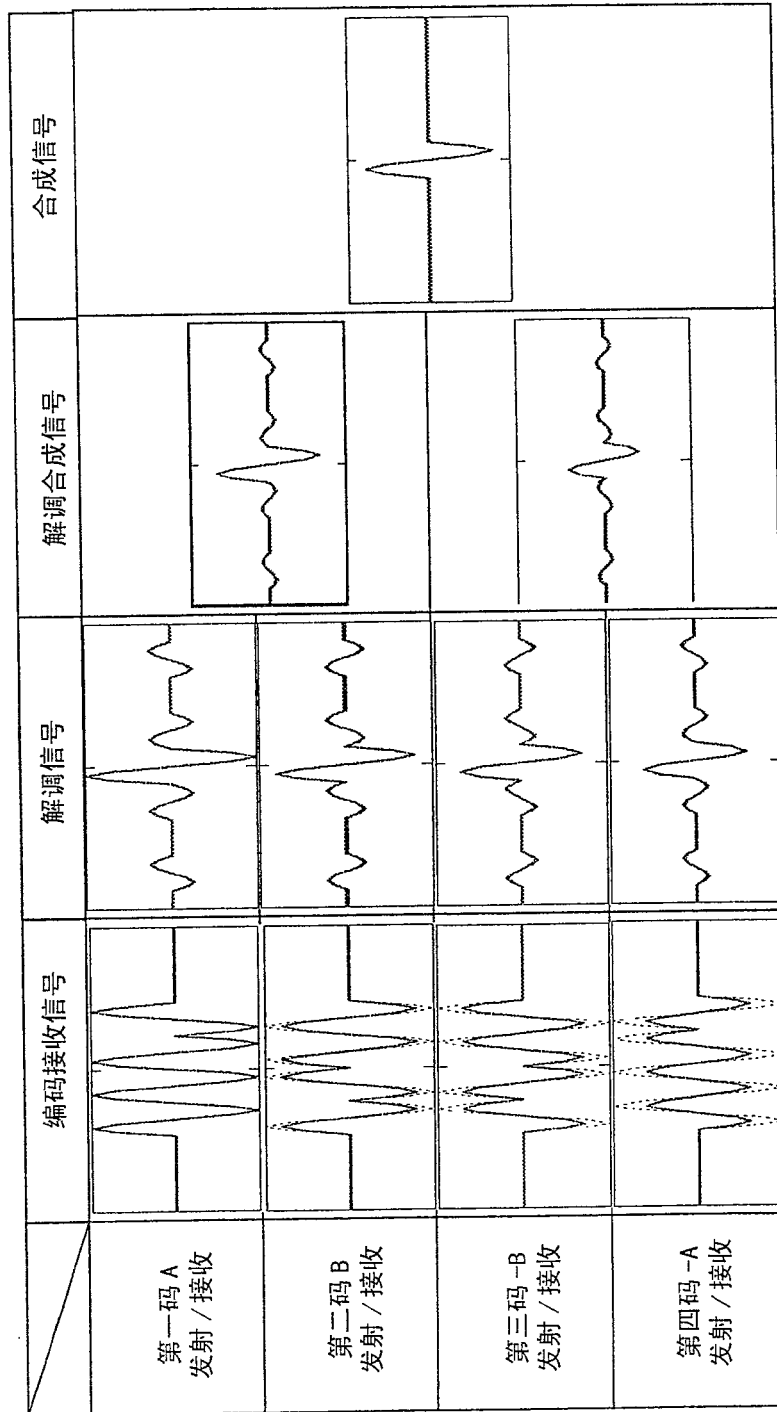


图 7

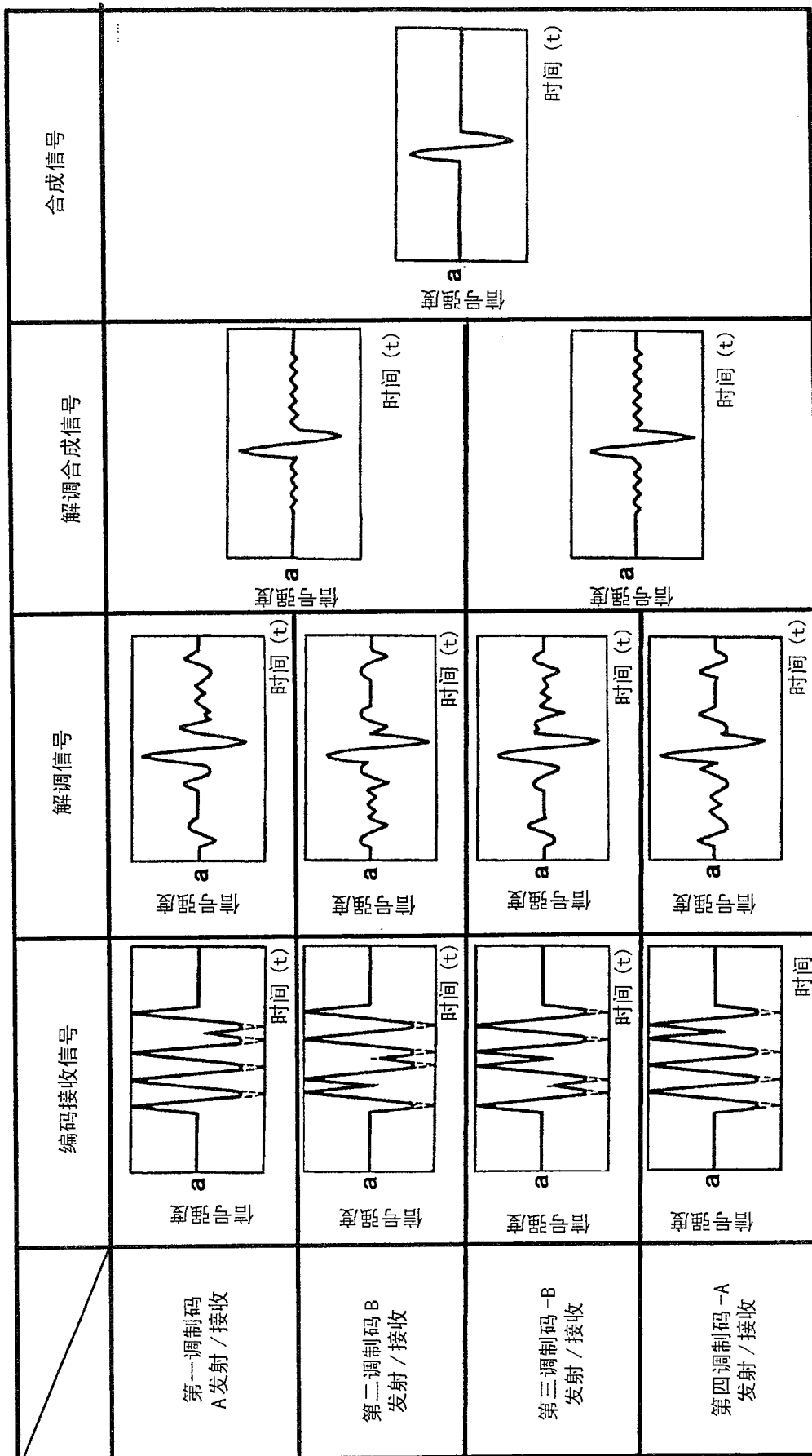


图 8

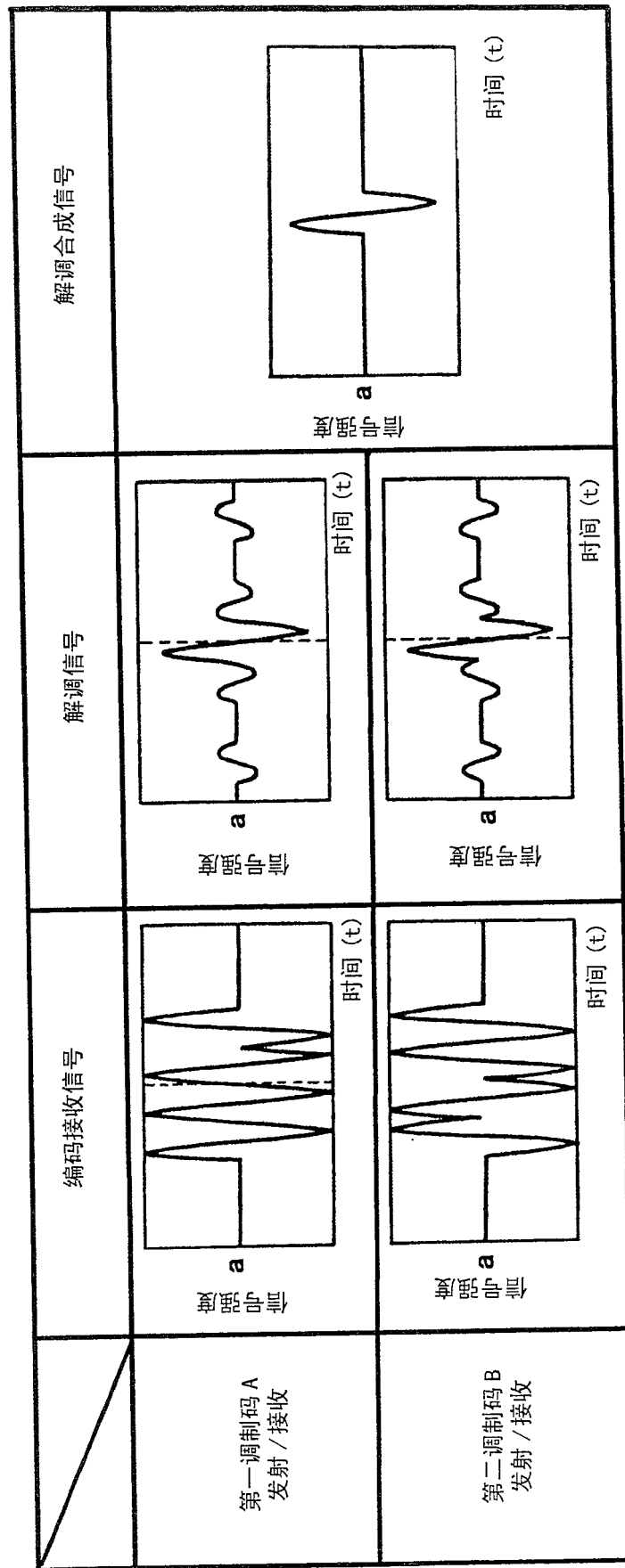


图 9

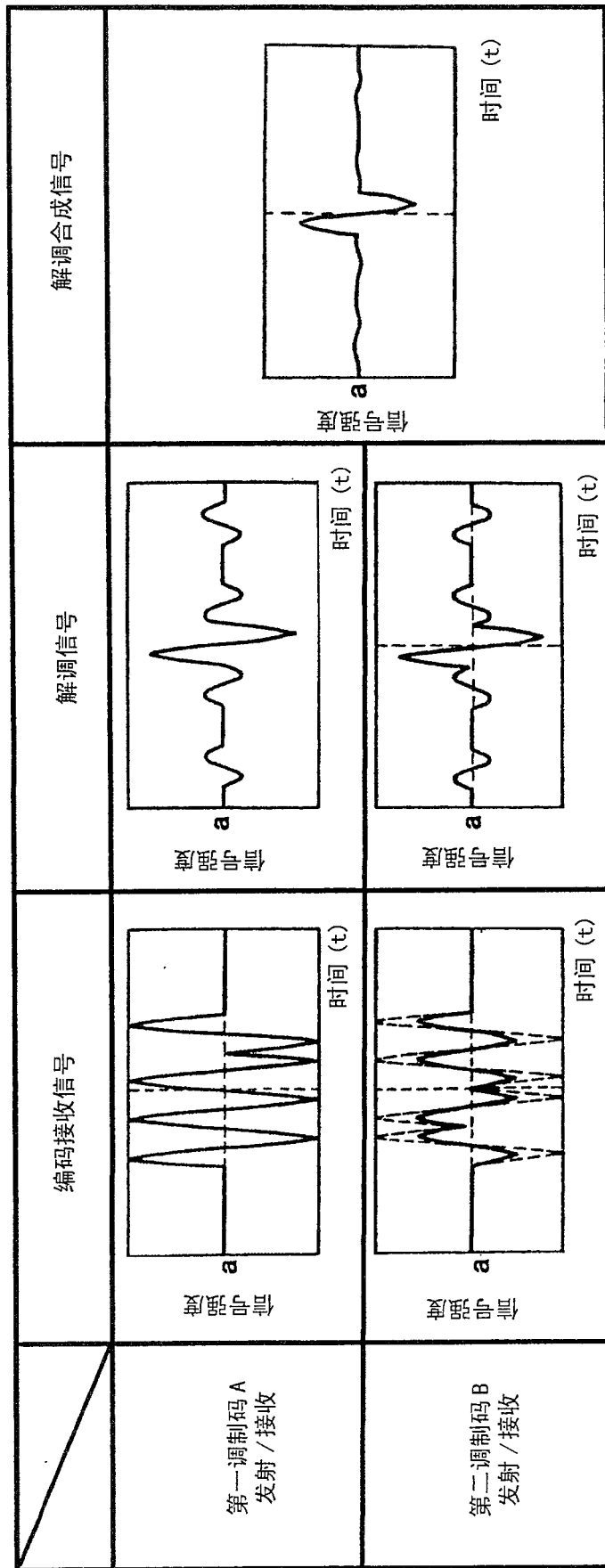


图 10

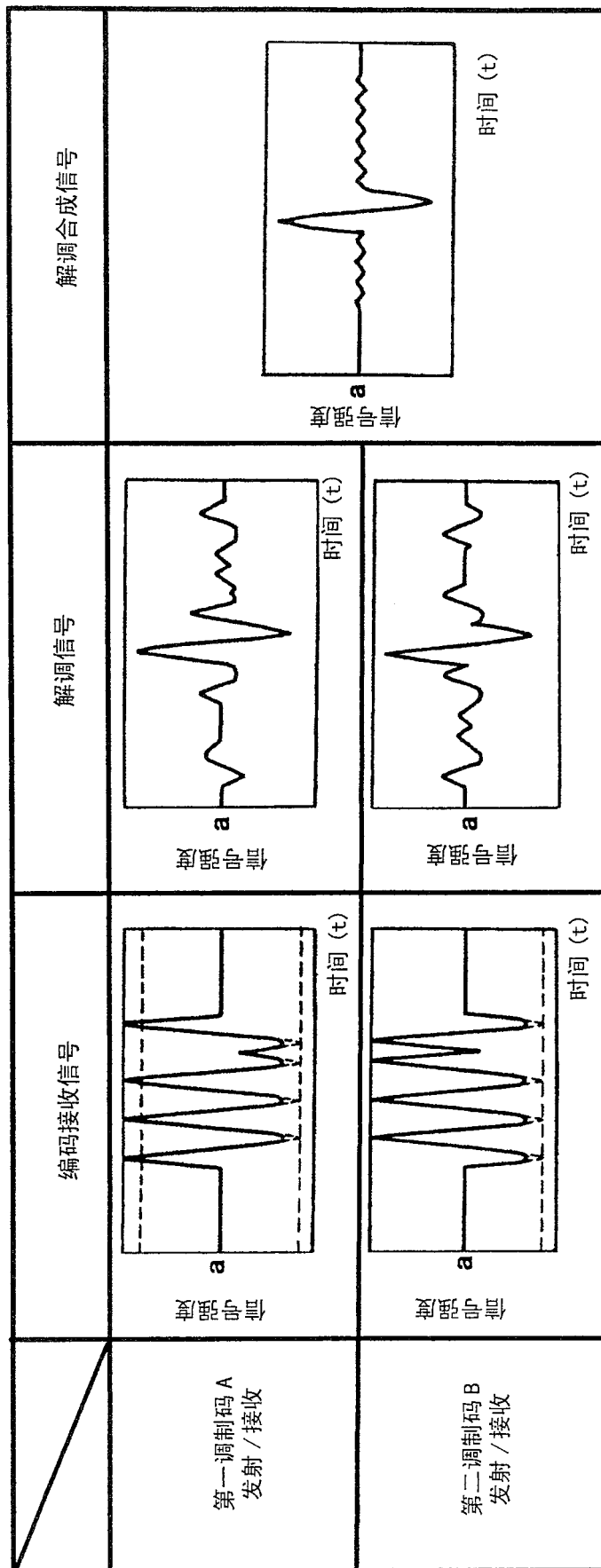


图 11

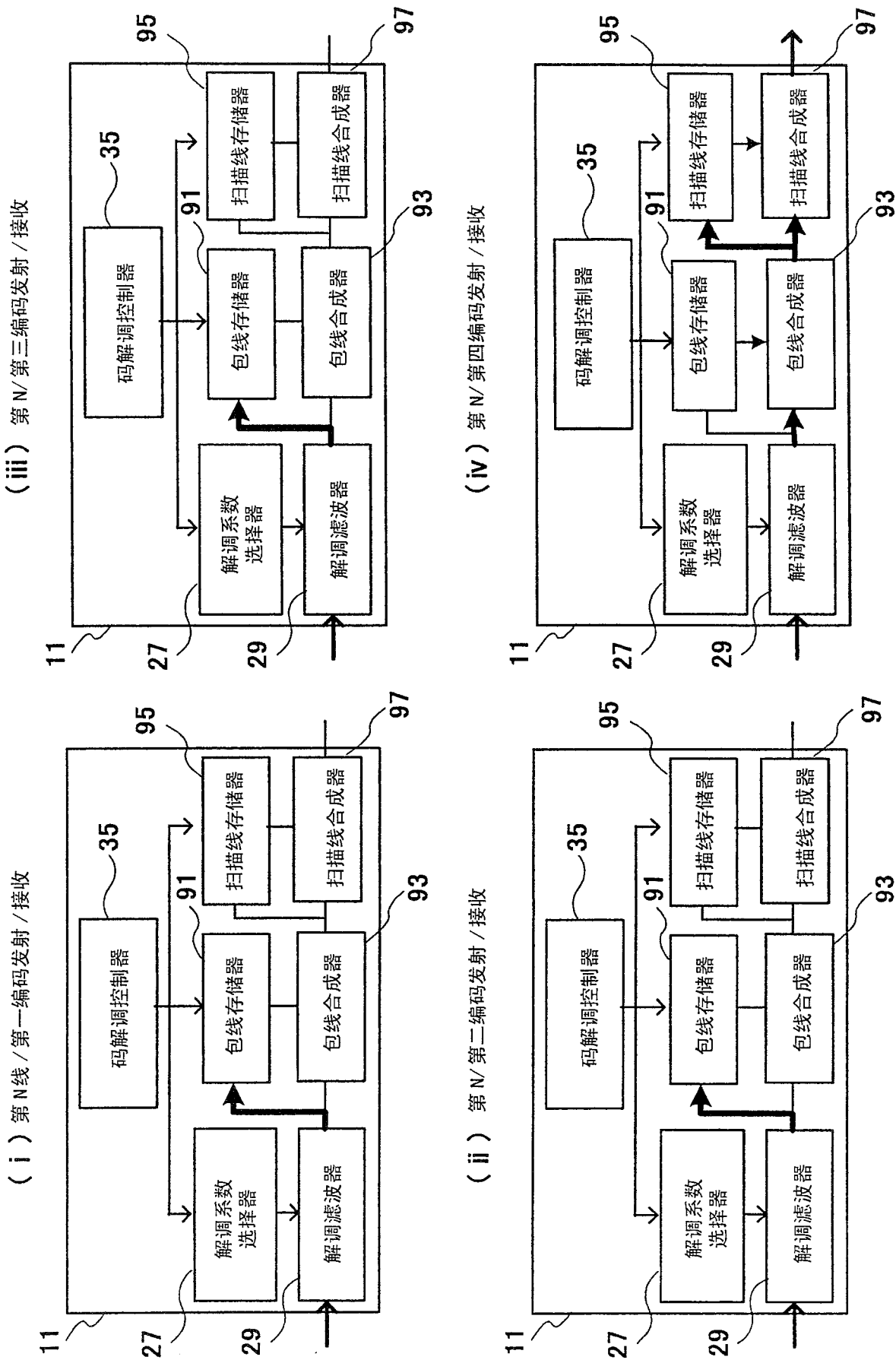


图12

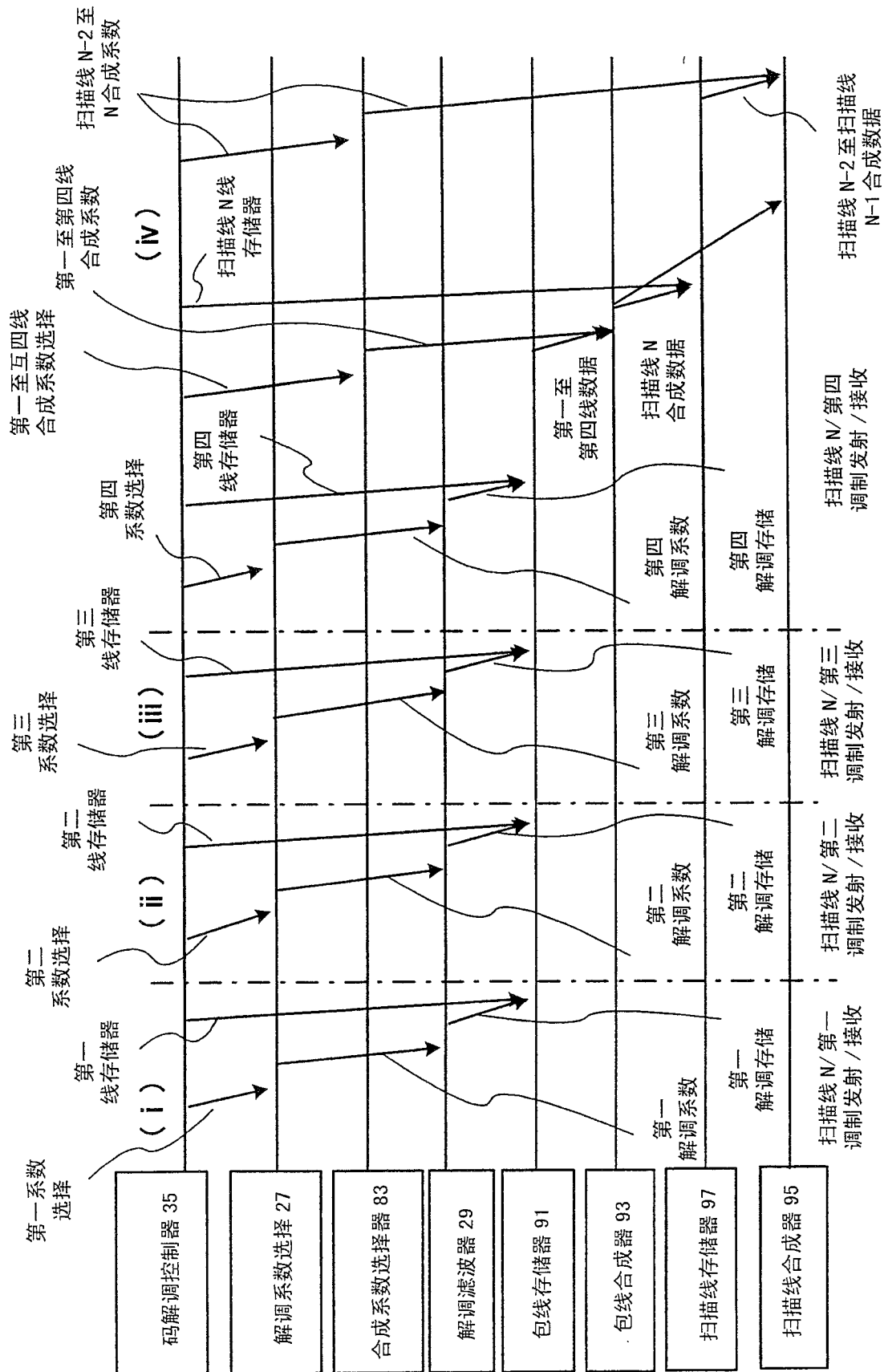


图 13

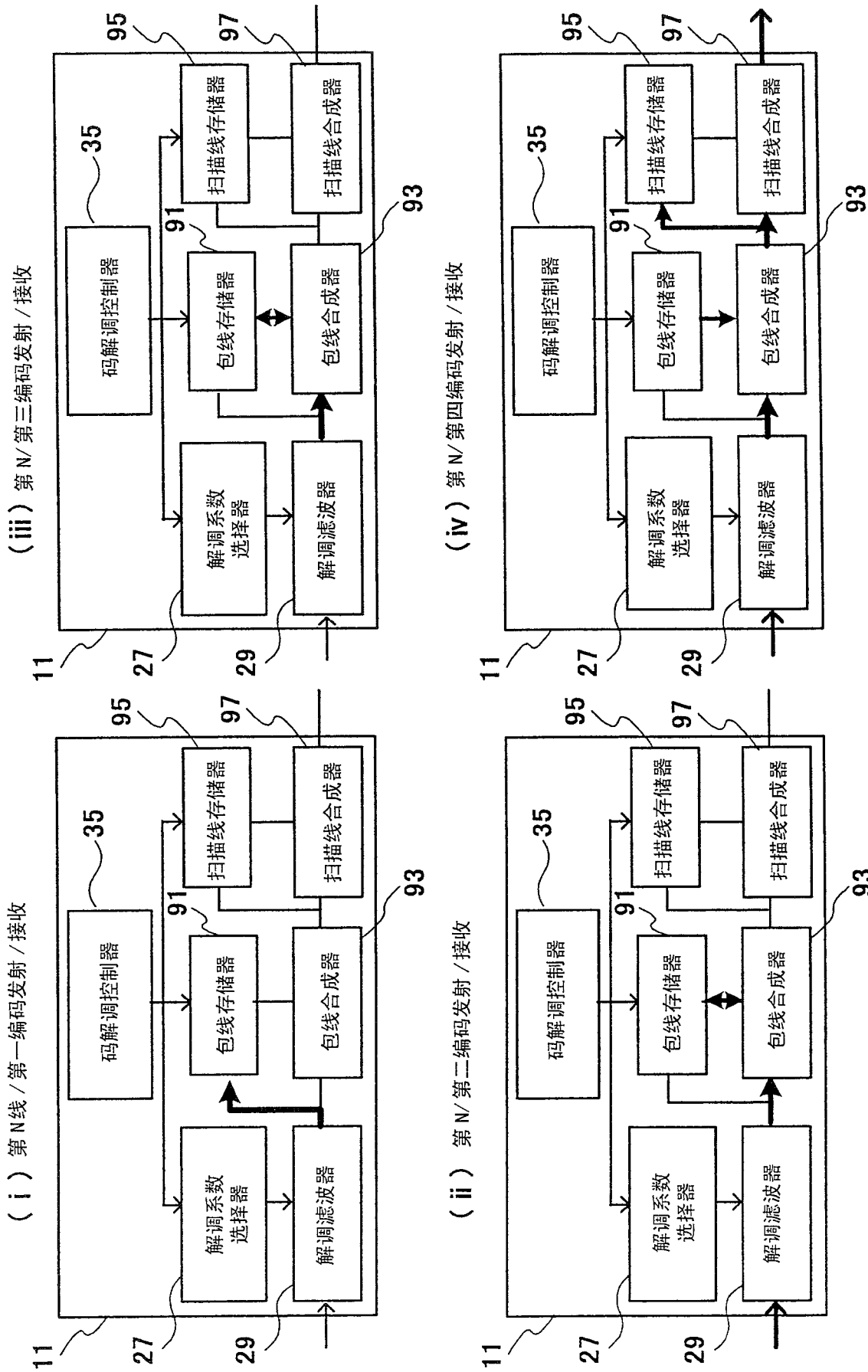


图 14

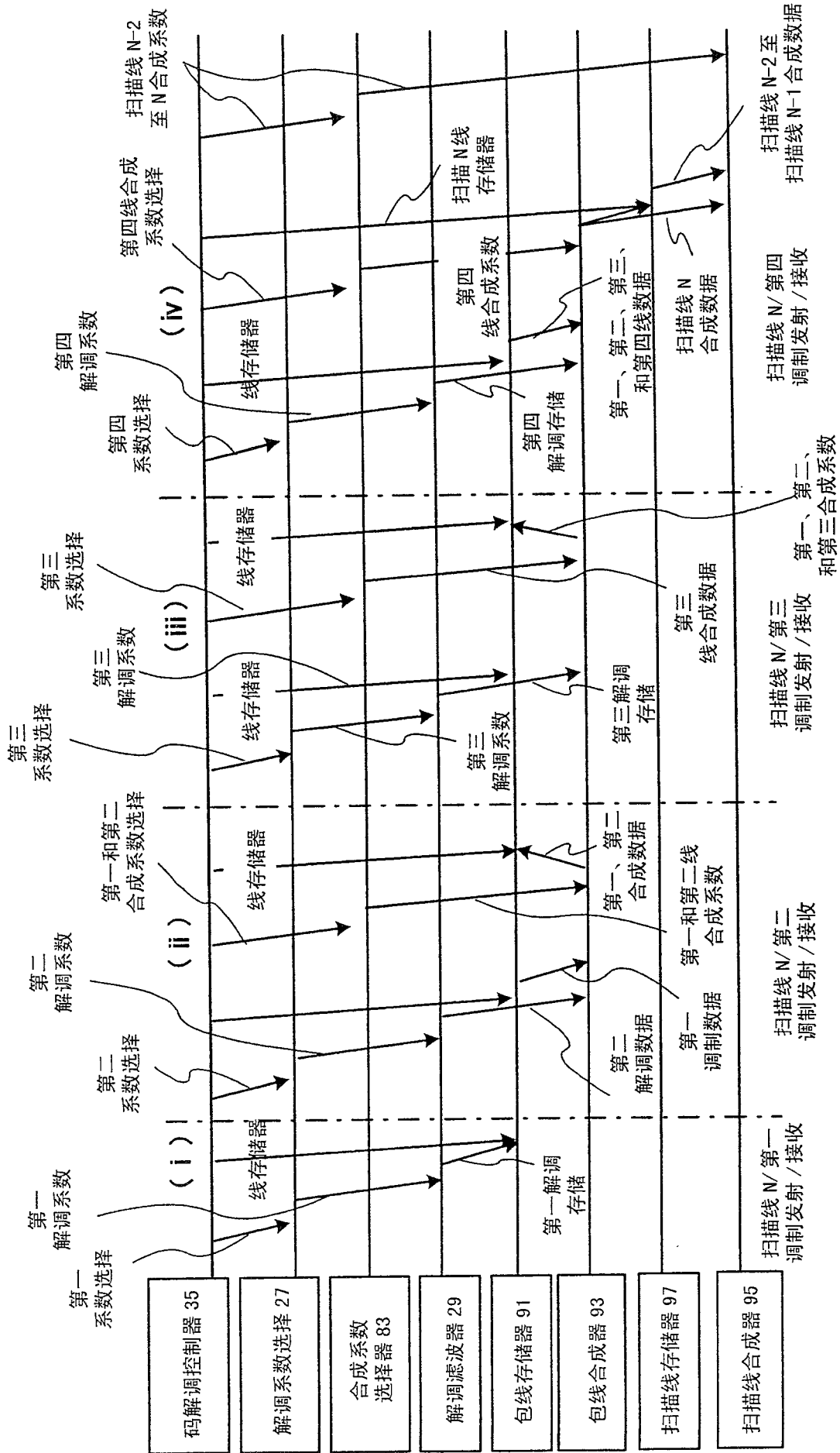


图 15

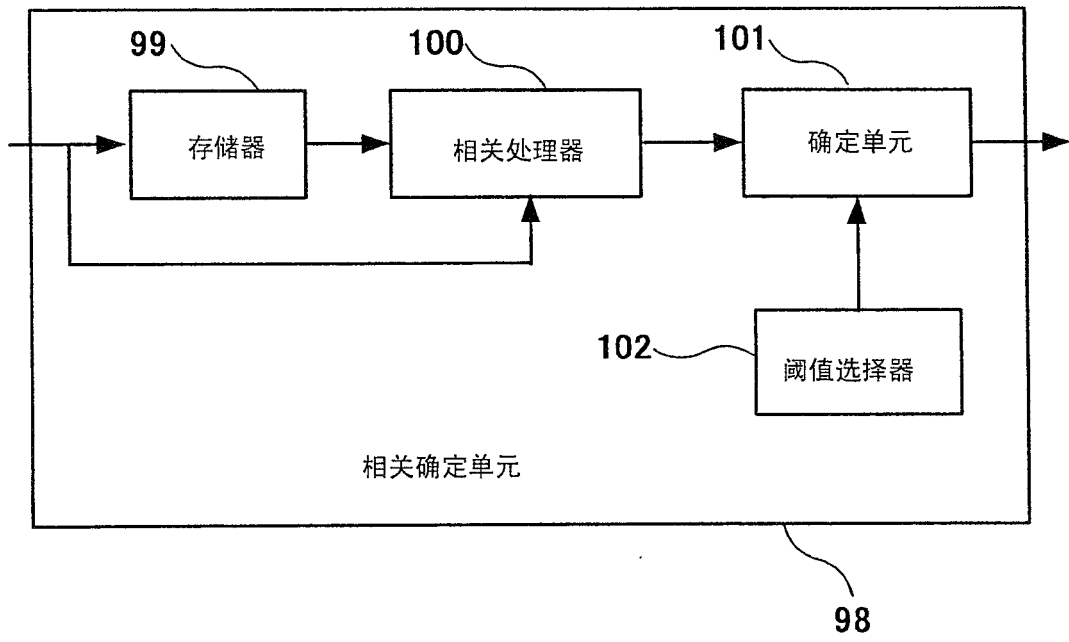


图 16

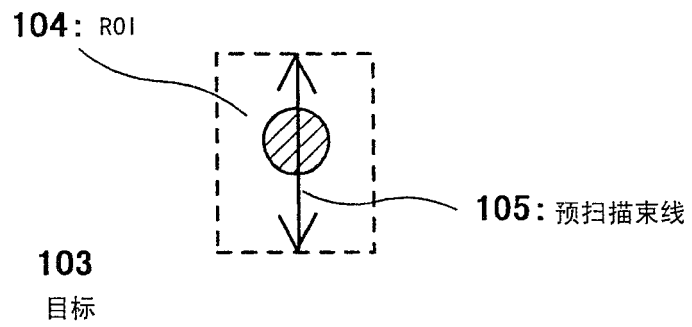


图 17 A

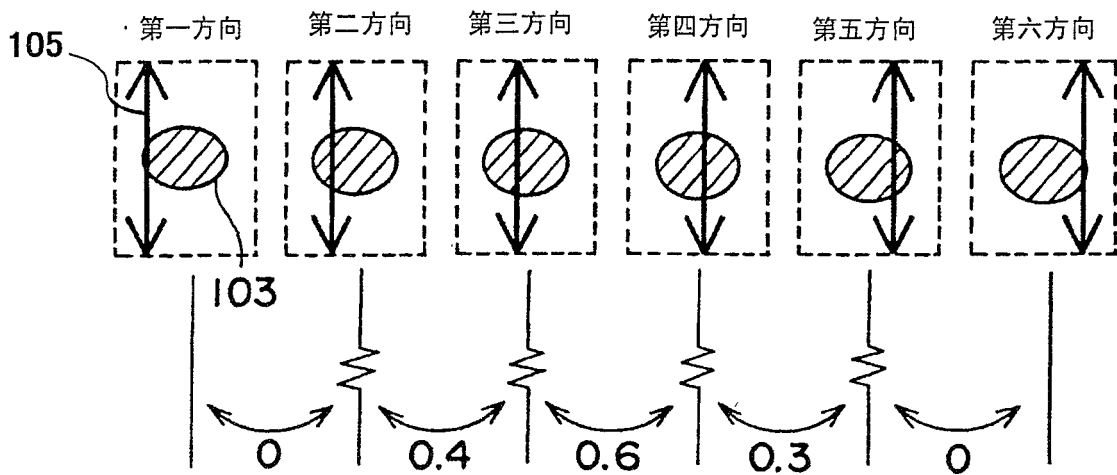


图 17 B

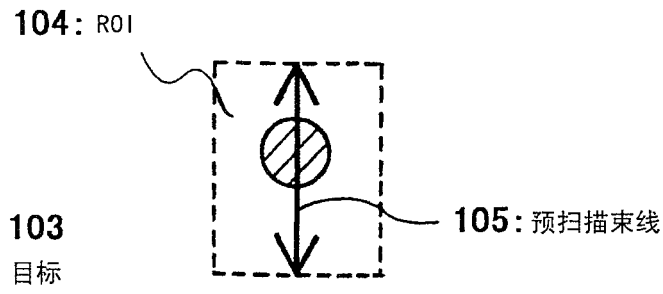


图 18A

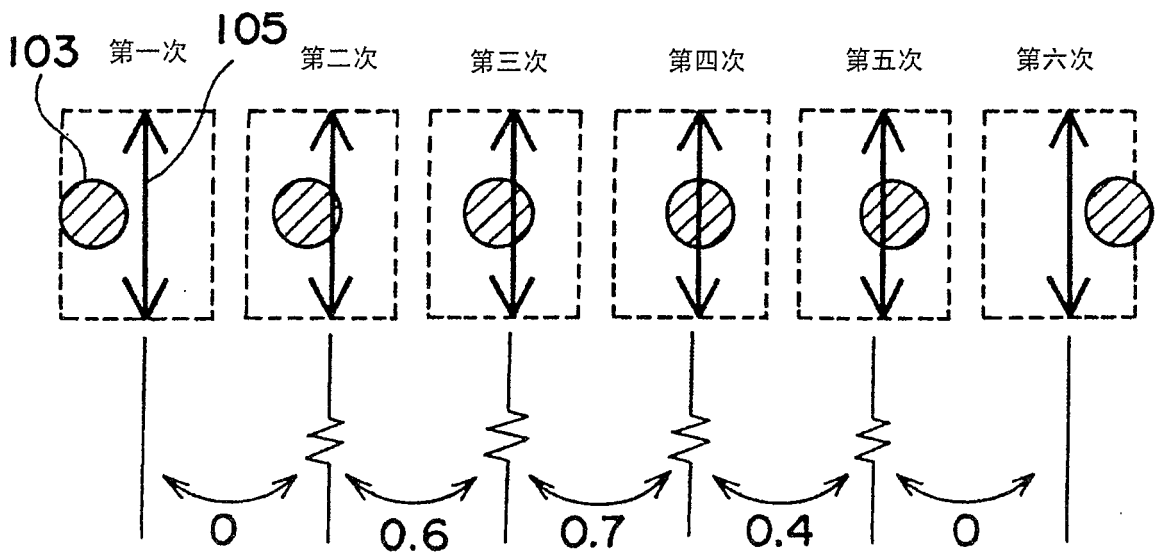


图 18B

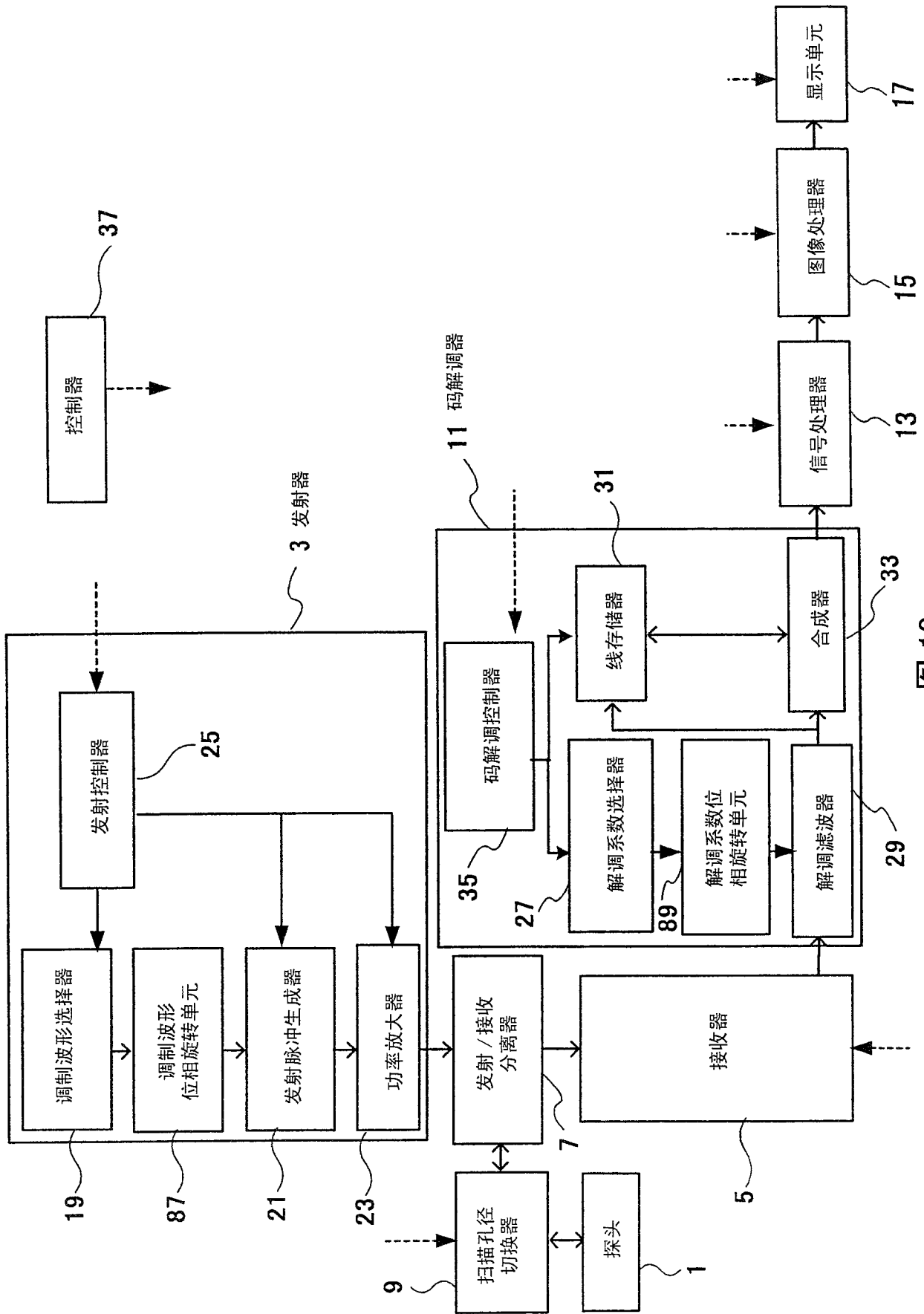


图 19

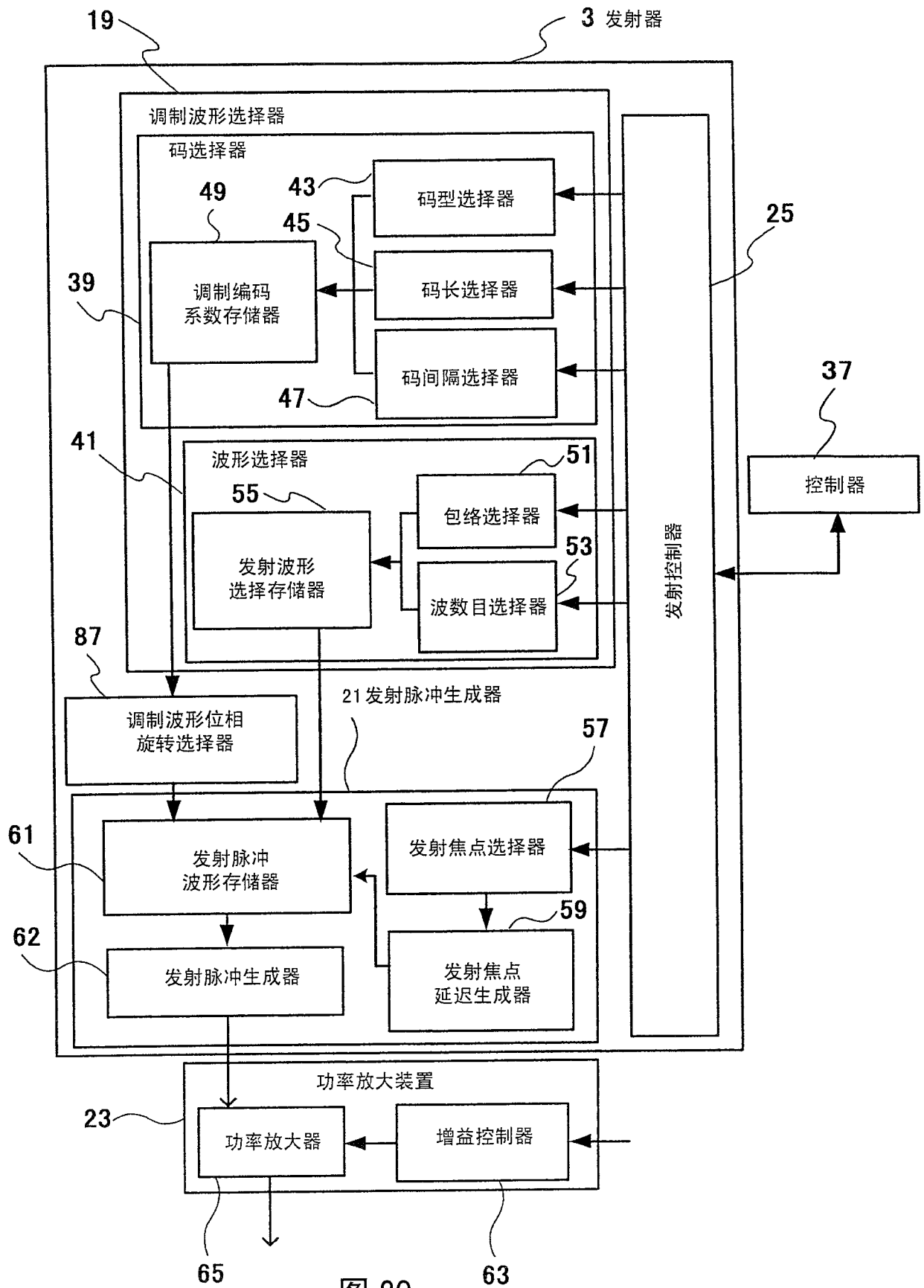


图 20

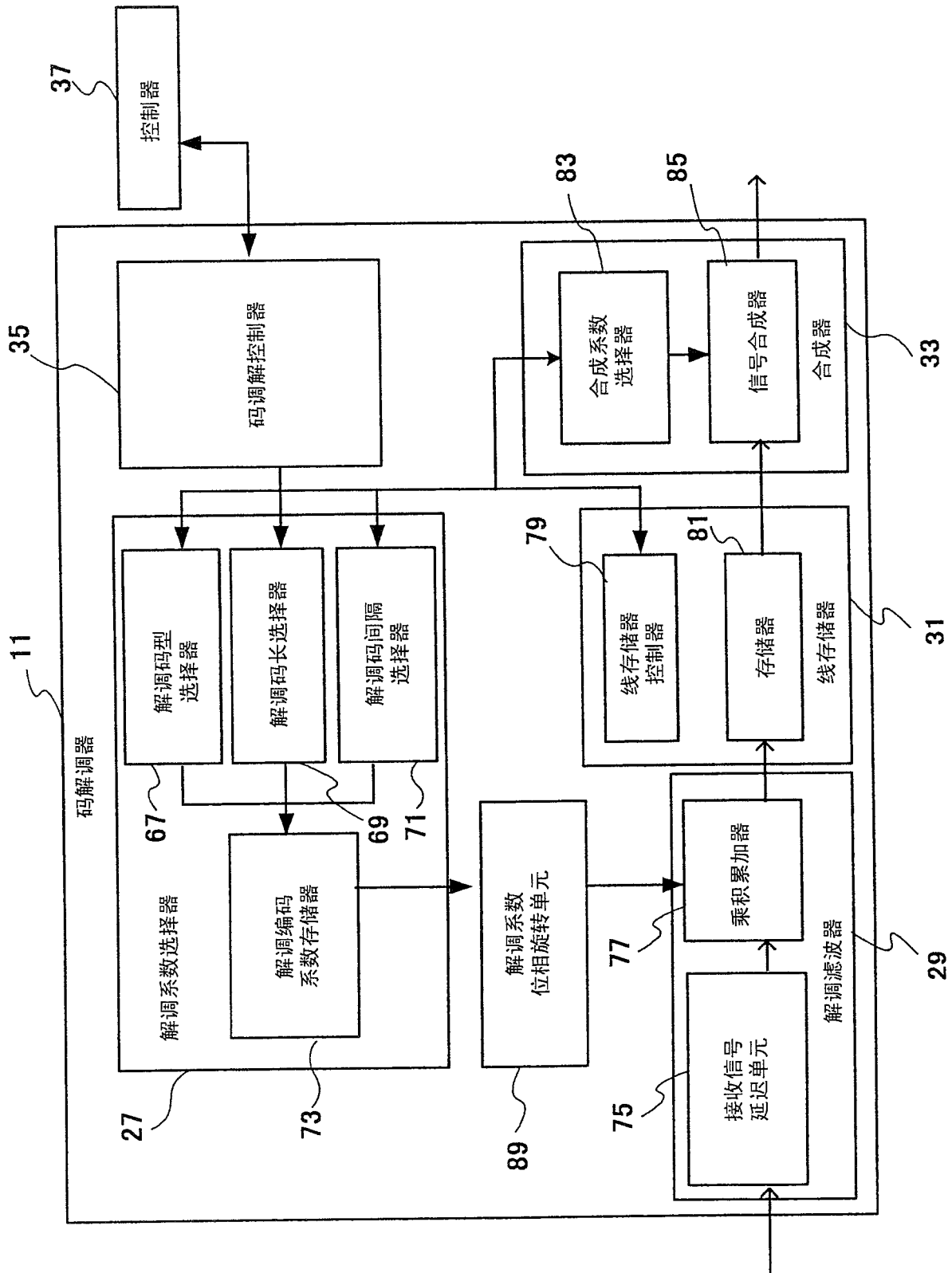


图 21

专利名称(译)	超声成像方法与超声成像设备		
公开(公告)号	CN100475148C	公开(公告)日	2009-04-08
申请号	CN200380110130.0	申请日	2003-12-26
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
[标]发明人	浅房胜德 神田浩		
发明人	浅房胜德 神田浩		
IPC分类号	A61B8/00 G01S7/52 G01S15/89		
CPC分类号	G01S15/8961 G01S7/52023 G01S15/8959		
优先权	2003001336 2003-01-07 JP		
其他公开文献	CN1756509A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

公开了一种超声成像方法和设备，包括：第一编码发射/接收步骤，通过使用包括其中至少两个是互补关系的多个调制码的编码组，对基本波进行顺序调制并作为编码驱动信号输出，以及发射超声束，通过使用与编码组相对应的调制码解调接收信号；通过合成上述解调的信号来获得第一合成信号；第二编码发射/接收步骤，通过使用包括具有与编码组中的调制码相反的顺序的多个调制码的反向编码组，对基本波进行顺序调制并作为编码驱动信号输出，并发射超声束，通过使用与反向编码组相对应的调制码解调接收信号；通过合成上述解调的信号获得第二合成信号；通过合成第一合成信号与第二合成信号获得第三合成信号；基于第三合成信号重构超声图。

