



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 97122690.3

[45] 授权公告日 2004 年 10 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 1173360C

[22] 申请日 1997. 11. 13 [21] 申请号 97122690.3

[30] 优先权

[32] 1997. 3. 4 [33] JP [31] 048748/1997

[71] 专利权人 富士通株式会社

地址 日本神奈川

[72] 发明人 端村美弘 桥本修一

审查员 吕 良

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

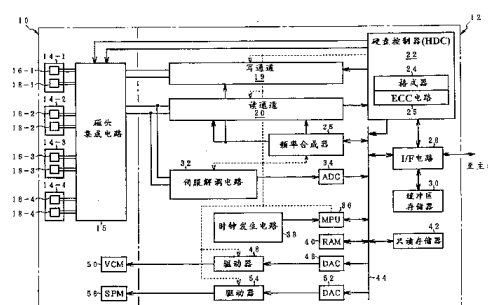
代理人 王以平

权利要求书 6 页 说明书 31 页 附图 26 页

[54] 发明名称 磁盘装置与磁盘介质

[57] 摘要

写入单元将同步字节分为第一同步字节和第二同步字节的两个同步字节并且将写入数据分为第一数据和第二数据的两个数据并将其写入。当检测到第一同步字节模式时,读出单元解调随后的第一数据、第二数据以及检错纠正码。当第一同步字节模式 SB1 没能检测到而第二同步字节模式 SB2 被检测到时,随后的第二数据和检错纠正码被解调,并利用检错纠正码重构第一数据。



1.一种磁盘装置，通过利用具有写磁头和读磁头的组合磁头在以段区为单位的基础上，在介质的磁迹上读和写信息，包括：

写入单元，用于在写入段区时将同步字节模式分离为第一同步字节模式和第二同步字节模式两种模式，将写入数据分离为第一数据和第二数据两种数据，将所述的第一数据写在所述的第一同步字节模式之后，将所述的第二数据写在所述的第二同步字节模式之后，并且将所述的写入数据的检错纠正码写在所述的第二数据之后；和

读出单元，用于在从由所述写入单元写入的所述介质的所述段区中读出时、当所述的第一同步字节模式被检测到的情况下解调随后的第一数据和第二数据，在所述的第一同步字节模式没有被检测到而所述的第二同步字节模式被检测到的情况下，解调所述的随后第二数据和所述的检错纠正码，并通过所述的检错纠正码重构所述的第一数据。

2.根据权利要求1的装置，其中，被排列在所述的第一同步字节模式之后的所述第一数据的数据长度等于或大于所述的读磁头和介质的热量不均匀状态而产生的缺陷的长度，并且等于或小于可以由所述的检错纠正码纠正的数据的长度。

3.根据权利要求1的装置，其中，所述的第一同步字节模式和所述的第二同步字节模式是不同的模式。

4.根据权利要求1的装置，其中，所述的写入单元将一个能自动地将自动均衡器的抽头系数调节到某个最佳值的训练模式写在每个所述的第一和第二同步字节模式前面的位置上。

5.根据权利要求1的装置，其中，所述的写入单元将导航模式写到所述的第一和第二同步字节模式结束之前的位置上。

6.根据权利要求1的装置，其中，所述的写入单元具有扰频电路，用于利用预定的伪随机码对写到所述的介质上的每个所述的第

一数据、第二数据和检错纠正码进行扰频，和

所述的读出单元具有去扰频电路，用于利用所述的伪随机码对从所述的介质中读出的每个所述的第一数据、所述的第二数据以及所述的检错纠正码进行去扰频。

7.根据权利要求 1 的装置，其中，当所述的第一同步字节模式被检测到时，所述的读出单元在完成对所述第一数据的解调后跳过对所述的第二同步字节模式的解调，并解调所述的第二数据和所述的检错纠正码。

8.根据权利要求 7 的装置，其中，所述的读出单元预置所述第一数据的数据长度 DL 以及从所述的第一数据到所述的第二数据的间隔长度 GL，从所述第一同步字节模式的检测的结束开始解调所述数据长度 DL 区间的所述第一数据，此后，跳过所述间隔长度 GL 的间隔区间上的模式检测，并开始所述的第二数据的解调。

9.根据权利要求 1 的装置，其中，当所述的第一和第二同步字节模式都不能被检测到时，所述的读出设备再次执行读过程。

10.根据权利要求 9 的装置，其中，当再次执行读过程时，所述读出单元在所述第一数据后面的第二导航模式的位置上打开读门电路，开始模式检测，并且当所述的第二同步字节模式被检测到时，所述的读出单元解调所述的随后的第二数据和所述的检错纠正码并通过所述的检错纠正码重构所述的第一数据。

11.根据权利要求 9 的装置，其中，所述的读出单元解调由所述读磁头读出的数据，同时把所述读出的读数据作为连续数据流传送到上端装置。

12.根据权利要求 11 的装置，其中，当所述的读出单元在位于段区头上的第一导航模式的位置上打开读门并开始检测同步字节模式时，在所述的第一同步字节模式不能被检测到的情况下，所述的读出单元打开读门，在离开所述的打开位置预定数据长度的位置上关闭读门，接着，在第二导航模式的位置上再次打开读门，并开始检测同步字节模式，并且在所述的第二同步字节模式被检测到

时，所述的读出单元解调所述的随后第二数据和所述的检错纠正码，并利用所述的检错纠正码重构所述的第一数据。

13.根据权利要求 1 的装置，其中，在所述的第一同步字节模式不能被检测到的情况下，或者在检测所述的第一同步字节模式之后的预定位置上不能检测到所述的第二同步字节模式的情况下，在完成正常读过程之后，所述的读出段被确定为有缺陷的段区，并执行交替过程。

14.根据权利要求 1 的装置，其中，所述的读磁头为 MR 头。

15.一种磁盘装置，通过利用具有写磁头和读磁头的组合磁头在以段区为单位的基础上，在介质的磁迹上读和写信息，该磁盘装置包括：

写入单元，其用于使写入数据被分离为在第一段区中的第一分离数据和在第二段区中的第二分离数据，并且所述的第一分离数据被分离为第一数据和第二数据两个数据，而所述的第二分离数据则被分离为第三数据和第四数据两个数据；所述第一数据被写入所述第一段区中第一同步字节模式的后面，而所述的第二数据被写到第二同步字节模式之后；所述的第三数据被写入所述第二段区中所述第一同步字节模式的后面，所述第四数据被写到所述的第二同步字节模式后面，并且所述写入数据的检错纠正码被写在所述第四数据之后；其中，在伺服区已经被预先记录在用于写入的所述介质的段区中间的情况下，所述的段区被分离为在所述的伺服区之前的所述第一段区和在所述的伺服区之后的所述第二段区的两个区域；以及

读出单元，在对所述第一段区检测到第一同步字节模式的情况下，所述读出单元在完成解调所述的第一数据之后，跳过所述第二同步字节模式的解调并解调所述的第二数据，并且在对所述的第二段区随后检测到第一同步字节模式的情况下，所述读出单元在完成对所述第三数据的解调之后，跳过对所述第二同步字节模式的解调，并解调所述的第四数据和所述的检错纠正码。

16.根据权利要求 15 的装置，每个被排列在所述第一同步字节模式之后的所述第一和第三数据的数据长度等于或大于由于所述读磁头和介质的热量不均匀状态而产生的缺陷的长度，并且等于或小于由所述的检错纠正码纠正的数据长度。

17.根据权利要求 15 的装置，其中，所述第一同步字节模式和所述第二同步字节模式是不同的模式。

18.根据权利要求 15 的装置，其中，所述写入单元将为所述的读出单元提供的自动均衡器的抽头系数自动调节到最佳值的训练模式写到每个所述的第一和第二同步字节模式之前的位置上。

19.根据权利要求 15 的装置，其中，所述的写入单元将导航模式写到所述的第一和第二同步字节模式结束之前的位置上。

20.根据权利要求 15 的装置，其中，所述写入单元具有扰频电路，用于利用预定的伪随机码扰频将被写到所述介质上的每个所述第一数据，所述第二数据、所述第三数据、所述第四数据和所述的检错纠正码，和

所述读出单元具有去扰频电路，用于利用所述的伪随机码去扰频从所述介质中被读出的每个所述第一数据、所述第二数据、所述第三数据、所述第四数据和所述检错纠正码。

21.根据权利要求 15 的装置，其中，所述读出单元

预置每个所述第一和第三数据的数据长度 DL ，以及从所述第一数据到所述第二数据和从第三数据到所述第四数据的间隙长度 GL ，

在从对所述的第一段区中的所述第一同步字节模式的检测结束的所述数据长度 DL 的区间上解调所述的第一数据，跳过所述间隔长度 GL 的区间的模式检测，此后，开始解调所述的第二数据；

在从对所述的第二段区中的所述第一同步字节模式的检测结束的所述数据长度 DL 的区间解调所述的第三数据，跳过所述的间隔长度 GL 的区间的模式检测，此后，开始解调所述的第四数据。

22.根据权利要求 15 的装置，其中，在从所述的第一段区中读

出时,没能检测到所述第一同步字节模式而检测到所述第二同步字节模式的情况下,所述读出单元解调所述随后的第二数据、第三数据、第四数据和检错纠正码,此后由所述的检错纠正码重构所述的第一数据。

23.根据权利要求 15 的装置,其中,在所述第一段区中的所述第一数据和第二数据被正常解调的情况下,在从所述的第二段区中读出时,所述的第一同步字节模式没有被检测到而所述第二同步字节模式被检测到,所述读出单元解调随后的所述第四数据和检错纠正码,此后由所述检错纠正码重构所述的第三数据。

24.根据权利要求 15 的装置,其中,在所述第一段区中的所述第一和第二同步字节模式两者或者在所述的第二段区中的所述第一和第二同步字节模式两者没有被检测到的情况下,所述读出单元再次执行读过程。

25.根据权利要求 24 的装置,其中,一旦再次读出时,在所述的第一段区不能被解调而处理过程被再次转移到读过程的情况下,所述读出单元通过检测所述第一数据后面的第一导航模式打开读门并开始模式检测,并且在检测到所述的第二同步字节模式的情况下,所述读出单元解调所述的随后的第二数据、第三数据、第四数据和检错纠正码并利用所述的检错纠正码重构所述的第一数据。

26.根据权利要求 24 的装置,其中,在所述第二段区不能被解调并且处理过程再次被转移到读过程的情况下,所述读出单元在所述第一段区中解调所述的第一和第二数据,此后,通过检测所述第三数据后面的导航模式打开读门并开始模式检测,并且在检测到所述的第二同步字节模式的情况下,所述读出单元解调所述随后的第四数据和所述检错纠正码,并利用所述的检错纠正码重构所述的第三数据。

27.根据权利要求 15 的装置,其中,所述读出单元解调由所述读磁头读出的数据,同时所述的读出数据作为连续数据流被传送到上端装置。

28.根据权利要求 27 的装置,其中,当所述的读出单元在所述第一段区中的第一导航模式的位置上打开读门并开始检测同步字节模式时,在不能检测到所述第一同步字节模式的情况下,所述读出单元打开读门,在离开所述打开位置预定数据长度的位置上关闭该读门,接着在第二导航模式的位置上再次打开该读门,并开始同步字节模式的检测,并且在检测到所述的第二同步字节模式的情况下,所述读出单元解调所述随后的第二数据并通过纠错重构所述的第一数据,同时进一步解调在所述的第二段区中的所述第三数据、所述第四数据以及检错纠正码。

29.根据权利要求 27 的装置,其中,在所述第一段区中的所述第一数据和所述第二数据被正常解调之后,所述读出单元通过检测在所述第二段区中的第一导航模式打开读门并开始同步字节模式的检测,并且在所述的第一同步字节模式不能被检测到的情况下,所述读出单元打开读门,在离开所述读门的所述打开位置预定数据长度的位置上关闭读门,接着通过第二导航模式的检测再次打开读门并开始同步字节模式的检测,并且在所述的第二同步字节模式被检测到的情况下,所述读出单元在解调所述随后的第四数据和所述的检错纠正码的同时,利用纠错重构所述的第三数据。

30.根据权利要求 15 的装置,其中,在所述的第一段区或所述的第二段区中的第一同步字节模式不能被检测到的情况下,或者在检测到所述的第一同步字节模式之后的预定位置上不能检测到所述的第二同步字节模式的情况下,所述的读分离段区被确定为有缺陷的段,并且在读过程正常结束之后执行交替过程。

磁盘装置与磁盘介质

技术领域

本发明涉及由 MR (磁记录) 头读介质信息的一种磁盘装置, 更具体地说, 涉及这样一种磁盘装置: 当由于热量不均匀而丢失同步字节模式时, 该装置能在区段的开头适当地恢复该同步字节模式, 例如当 MR 头开始接触介质时形成的碰撞热 (摩擦热) 导致读信号的快速波动。

背景技术

近年来, 随着做为计算机外部存储设备的磁盘装置容量的增加, 需要高性能的磁头。做为能满足这种需求的磁头, 主要集中在具有所谓 MR 头的磁盘装置上, 这种 MR 头使用磁阻元件, 能得到高重放输出而不依赖记录介质的外围速度。然而, 在利用这样的 MR 头做为读出磁头的磁盘装置中, 由于在正旋转的介质表面上出现相当细微的凹痕、变形或类似的缺陷, 当 MR 头和某个物理的凸凹部位碰撞时, 由于摩擦热使 MR 头的温度立即上升。当由于如上所述那样接触介质使 MR 头的温度快速上升时, 读信号的基线被移位, 并且发生无法恢复的读错误, 这种状态看起来和介质出现缺陷时的状态一样。由于 MR 头和介质形成的碰撞热而出现的读错误的现象通常被称为热量不均匀状态 (thermal asperity)。即, 在介质磁道的读出段的同步字节区中, 当出现由于 MR 头的热量不均匀状态使同步字节模式无法读出的状态时, 区段数据完全不能被解调。在这种情况下, 虽然再一次执行读操作, 由于 MR 头的热量不均匀状态所引起的缺陷是一种物理的缺陷, 在相同的同步字节区中重复地出现相同的不可能读出状态, 并导致不可恢复的读错误。对于高密度记录的介质来说, 需要减少 MR 头的浮动高度, 而这样做将由于 MR 头的热量不均匀状态而导致出错发生次数的增加。随着介质旋转速度的增加, 当 MR

头的热量不平衡状态出现时,读信号基线的移位将进一步增加。此外,虽然在生产时期对磁盘装置已经执行各种可能的测试,但是,由于MR头的热量不均匀状态所引起的缺陷都是在用户使用期间发生的问题。此外,由于存在着当用户正在使用该装置时缺陷变大的倾向,用户担心磁盘装置的性能将显著恶化。

发明内容

根据本发明,提供一种磁盘装置和磁盘介质,能够对同步字节区中由于MR头的热量不均匀状态引起的错误实现很强的恢复。

本发明的目的是提供一种磁盘装置,在段区为单位的基础上在介质的磁道上读和写信息,该装置使用具有写磁头,例如感应磁头和读磁头,例如MR头的组合磁头。

根据本发明第一方面,提供一种磁盘装置,通过利用具有写磁头和读磁头的组合磁头在以段区为单位的基础上,在介质的磁迹上读和写信息,包括:写入单元,用于在与入段区时将同步字节模式分离为第一同步字节模式和第二同步字节模式两种模式,将写入数据分离为第一数据和第二数据两种数据,将所述的第一数据写在所述的第一同步字节模式之后,将所述的第二数据写在所述的第二同步字节模式之后,并且将所述的写入数据的检错纠正码写在所述的第二数据之后;和读出单元,用于在从由所述写入单元写入的所述介质的所述段区中读出时、当所述的第一同步字节模式被检测到的情况下解调随后的第一数据和第二数据,在所述的第一同步字节模式没有被检测到而所述的第二同步字节模式被检测到的情况下,解调所述的随后第二数据和所述的检错纠正码,并通过所述的检错纠正码重构所述的第一数据。

根据本发明第二方面,提供一种磁盘装置,通过利用具有写磁头和读磁头的组合磁头在以段区为单位的基础上,在介质的磁迹上读和写信息,该磁盘装置包括:写入单元,其用于使写入数据被分离为在第一段区中的第一分离数据和在第二段区中的第二分离数据,并且所述的第一分离数据被分离为第一数据和第二数据两个数据,而所述

的第二分离数据则被分离为第三数据和第四数据两个数据;所述第一数据被写入所述第一段区中第一同步字节模式的后面,而所述的第二数据被写到第二同步字节模式之后;所述的第三数据被写入所述第二段区中所述第一同步字节模式的后面,所述第四数据被写到所述的第二同步字节模式后面,并且所述写入数据的检错纠正码被写在所述第四数据之后;其中,在伺服区已经被预先记录在用于写入的所述介质的段区中间的情况下,所述的段区被分离为在所述的伺服区之前的所述第一段区和在所述的伺服区之后的所述第二段区的两个区域;以及读出单元,在对所述第一段区检测到第一同步字节模式的情况下,所述读出单元在完成解调所述的第一数据之后,跳过所述第二同步字节模式的解调并解调所述的第二数据,并且在对所述的第二段区随后检测到第一同步字节模式的情况下,所述读出单元在完成对所述第三数据的解调之后,跳过对所述第二同步字节模式的解调,并解调所述的第四数据和所述的检错纠正码。

根据本发明第三方面,提供一种磁盘介质,利用具有读磁头和写磁头的组合磁头以段区为单位在磁迹上进行读和写信息操作,所述磁盘介质具有以下记录结构,其中:同步字节模式被分离为第一同步字节模式和第二同步字节模式两种模式,写数据被分离为第一数据和第二数据两种数据,所述第一数据在所述第一同步字节模式后面被写入介质磁迹上的段区中,所述第二数据在所述的第二同步字节模式后面被写入,并且所述写数据的检错纠正码随所述的第二数据后被写入。

根据本发明第四方面,提供一种磁盘装置,通过利用具有写磁头和读磁头的组合磁头以段区为单位在介质的磁迹上进行读和写信息操作,包括:读出单元,用于在从段区中读出时检测到第一同步字节模式的情况下解调随后的第一数据和第二数据,在所述的第一同步字节模式没有被检测到而第二同步字节模式被检测到的情况下解调随后的第二数据和检错纠正码,并利用所述的检错纠正码重构所述的第一数据。

本发明的磁盘装置的写入单元（写通道），在将同步字节模式写到某个区段区域时，将其分成为第一同步字节模式和第二同步字节模式两种模式，将写入数据分为第一数据和第二数据两种数据，将第一数据顺序地写到第一同步字节模式后面，将第二数据也顺序地写到第二同步字节模式后面，并且最后写入出错检测纠正码。当从读数据中检测到第一同步字节模式时，读出单元（读通道）解调随后的第一数据、第二数据和出错检测纠正码。当第一同步字节模式没有被检测到而第二同步字节模式被检测到时，读出单元解调随后的第二数据和出错检测纠正码，并且借助出错检测纠正码重构所丢失的第一数据。排列在第一同步字节模式后的第一数据的数据长度等于或长于 MR 头和介质的热量不均匀状态所造成的缺陷的长度，并且等于或短于由出错检测纠正码所能纠正的数据长度。因此，即使由于 MR 头的热量不均匀状态而造成数据丢失，分成第一和第二同步字节模式中的一个被丢失，也可以通过其中一个的正常检测读出区段数据。即，当第一同步字节模式丢失时，可通过检测随后的第二同步字节模式正常解调第二数据和出错检测纠正码，并通过出错检测纠正码正确地恢复所丢失的第一数据而没有问题。当第二同步字节模式丢失时，通过检测第一同步字节模式可没有问题地读出分成的数据。第一和第二同步字节模式不一样，因此，使得每种模式都能确切地被检测到。写入单元还写入一种训练模式，将为读出单元提供的自动均衡器（横向滤波器）的电路常数（抽头系数）调整到最佳值的训练模式写到每个第一和第二同步字节模式前位置上。写入单元还将与读数据同步的为读出单元提供的同步时钟发生电路的导航模式写到每个第一和第二同步字节模式前面的位置。此外，写入单元具有扰频电路，用于扰频

每个第一和第二数据，此外，利用预定的伪随机码（例如 M 系列码）将检错纠正码写入介质。对应扰频电路，读出单元是有解扰电路，用于解扰利用该伪随机码从介质中读出的第一和第二数据及检错纠正码。区段边界上的间隔模式也可被扰频和解扰。

当第一同步字节模式被检测到时，在第一数据被解调之后，读出单元跳过第二同步字节模式的解调而解调第二数据和检错纠正码。具体来说，读出单元预先设置第一数据的数据长度以及从第一数据到第二数据的间隔长度，在对第一同步字节模式的检测结束之后，在数据长度的间隔内解调第一数据，在此之后，跳过间隔长度的区间上的模式检测，并开始解调第二数据。当第一同步字节模式可以单独地从数据解调中被检测到时，根据数据长度和间隔长度判定数据是否已经被正确地写在第二同步字节的位置上。如果数据没有被正确地写入，确定第二同步字节模式不正确，读出区段被认为是一个有缺陷的区段，并且被做为完成读过程后的交替过程的一个目标来处理。当第一和第二同步字节模式都不能被检测到时，读出单元再次执行读过程（重试）。在重读过程中，在第一数据后面的导航模式位置上打开读出门并开始模式检测。当第二同步字节模式被检测时，随后的第二数据和出错检测纠正码被解调，并且通过检错纠正码重构第一数据。

本发明也适应于具有所谓“在飞行中”功能的磁盘装置，当读出单元将读数据作为连续数据流传送到上端装置时由 MR 头解调读数据。虽然第一和第二同步字节模式在“在飞行中”中为相同的模式，但也可以是不同的模式。在“在飞行中”的情况下，读出单元在位于段的开头处的第一导航模式的位置上打开读门，由此开始同步字节模式的检测。当第一同步字节模式没有被检测到时，打开读门后，在预定数据长度的位置上关闭该读门。随后，在第二导航模式的位置再次打开该读门（电路），开始同步字节模式的检测。当第二同步字节模式被检测时，读出部件解调随后的第二数据和检错纠正码，并由检错纠正码重构该数据。此外，当第一同步字节没有被检测到或者当在第一同步字节被检测到（数据被正常读出）之后的某个预定的位置上没有检测到第二同步字节时，本发明的磁盘装置确定该读区段为有缺陷的区段，并在结束过程之后执行交

替过程。因此，即使在用户使用期间，由于 MR 头的热量不均匀状态而出现有缺陷的区段，也可以通过交替过程消除缺陷，并且能有效地消除这种缺陷的增长。

在本发明的磁盘装置中，当伺服区已经预先被记录在数据被写入的介质的段区的中间时，写入单元将该伺服区分离为两个区域，即在伺服区之前的第一段区和在伺服区之后的第二段区。即，对于每个分离的第一和第二段区，一个段的写入数据被分离为第一分离数据和第二分离数据两种数据。接着，第一分离数据又被分离为第一数据和第二数据两种数据。同样，第二分离数据也被分离为第三数据和第四数据两种数据。对于第一段区，第一数据被顺序地写到第一同步字节模式后面，而第二数据则被顺序地写到第二同步字节模式后面。对于第二段区，第三数据被顺序地写到第一同步字节模式后面，第四数据被顺序地写到第二同步字节模式后面，接着，写入数据的出错检测纠正码在第四数据之后被写入。被安排在同步字节模式后面的每个第一和第三数据的数据长度被设置为等于或长于由 MR 头的热量不均匀状态引起的缺陷长度，并且被设置为等于或短于可由检错纠正码纠正的数据长度。第一和第二同步字节模式被置为不同的模式。此外，写入单元将一个自动调整为读出单元提供的自动均衡器的电路常数（横向滤波器的抽头系数）到最佳值的训练模式写到每个第一和第二同步字节模式之前的位置上。此外，写入单元还将用于使时钟发生电路和读信号同步的导航模式写到每个第一和第二同步字节模式之前的位置上。

写入部件有一个扰频电路，用于利用预定的伪随机码扰频写到介质上的每个第一至第四数据和检错纠正码。同样，读出单元具有解扰电路，用于利用伪随机码解扰每个从该介质上读出的第一至第四数据和检错纠正码。在数据分离的情况下，当相对于第一段区的第一同步字节模式被检测到时，第一数据被解调后，读出单元跳过第二同步字节模式的解调并解调第二数据。接着，当第二段区中的第一同步字节模式被检测到时，在解调第三数据之后，对第二同步字节模式的解调被跳过，直接解调第四数据和检错纠正码。具体来说，读出单元预置第一或第三数据的数据

长度、从第一数据到第二数据的间隔长度以及从第三数据到第四数据的间隔长度。对于第一段区，从第一同步字节模式的检测结束开始，在所述数据长度的区间上解调第一数据，跳过所述间隔长度区间的模式检测，在此之后，开始解调第二数据。接着，对于第二段区，从第一同步字节模式的检测结束开始，在所述数据长度的区间上解调第三数据，在所述间隔长度的区间上跳过模式检测，并且在此之后开始对第四数据的解调。关于数据分离，当在第一段区域中的第一同步字节模式没有被检测到而第二同步字节模式被检测到时，读出单元解调随后的第二至第四数据以及检错纠正码，并由检错纠正码重构第一数据。至于数据分离，当第一段区中的第一和第二数据被正常解调而当读第二段区时第一同步字节模式没有被检测到，并且第三数据丢失而第二同步字节模式被检测到，在这种情况下，读出单元解调随后的第四数据和检错纠正码，并由检错纠正码重构第三数据。此外，对于数据分离，当第一段区中的第一和第二同步字节模式或第二段区中的第一和第二同步字节模式不能被检测时，读出单元执行重读过程。在第一段区不能被解调而该过程被转移到重读过程的情况下，作为重读过程，读出单元通过检测第一数据后面的第一导航模式打开读门并开始模式检测。当第二同步字节模式被检测时，读出单元解调随后的第二至第四数据以及检错纠正码，并由检错纠正码重构第一数据。在第二段区不能被解调而该过程被转移到重读过程的情况下，解调第一段区中的第一和第二数据之后，读出单元通过检测第三数据后面的导航模式打开读门电路，并开始模式检测。当第二同步字节模式被检测时，读出单元解调随后的第四数据和检错纠正码，并且由检错纠正码重构第三数据。

作为对应“在飞行中”装置的数据分离，读出单元在第一段区中的第一导航模式的位置上打开读门并开始检测同步字节模式。当第一同步字节模式不能被检测时，读出单元打开读门后，在预定数据长度的位置上关闭该读门电路，在第二导航模式的位置上再次打开读门并开始检测同步字节模式。因此当第二同步字节模式被检测时，在解调第二段区中的第三和第四数据以及检错纠正码的同时，读出单元解调随后的第二数据，并进一步通过检错纠正码重构第一数据。在第一段区中的第一和第二

数据被正常解调之后,读出部件通过检测第二段区中的第一导航模式打开读门并开始检测同步字节模式。当第一同步字节模式不能被检测时,读出单元打开读门后,在预定数据长度的位置上关闭该读门电路,通过检测第二导航模式再次打开读门,并开始检测同步字节模式。当第二同步字节模式被检测时,在解调随后的第四数据和检错纠正码的同时,读出单元通过错误纠正重构第三数据。

此外,根据本发明的磁盘装置,当由数据分离得到的第一或第二段区中的第一同步字节模式不能被检测,或者当第一或第二段区中的第二同步字节模式在预定的位置上不能被正确地解调时,在结束读过程后,读分裂段被确定为有缺陷的段并执行交替过程。

此外,根据本发明,提供一种磁盘介质,其中,在段区为单位的基础上在磁道上读、写信息,该装置利用具有写入磁头,例如感应磁头和读出磁头,例如 MR 磁头的一种组合磁头。

在介质磁道上的段区中,同步字节模式被分离为第一同步字节模式和第二同步字节模式两种模式,而写入数据则被分离为第一数据和第二数据两种数据。第一数据被顺序写到第一同步字节模式之后,第二数据被顺序写到第二同步字节模式后面,此外,写数据的检错纠正码被顺序写在第二数据后面。在执行数据分离的情况下,介质磁道上的段区被分离为两个区:即在伺服区之前的第一段区和在伺服区之后的第二段区。一个段的写入数据被分离为第一分离数据和第二分离数据两种数据。此外,第一分离数据被分离为第一数据和第二数据两种数据,而第二分离数据则被分离为第三数据和第四数据两种数据。在第一段区中,第一数据被顺序地写在第一同步字节模式之后,而第二数据则被写在第二同步字节模式之后。在第二段区中,第三数据被顺序地写在第一同步字节模式之后,而第四数据则被顺序地写在第二同步字节模式之后,最后写入检错纠正码。关于磁盘介质同步字节的分离,其细节和磁盘装置的情况类似。

附图说明

本发明的上述和其他目的、特征和优点将在下面结合附图的详细描述中变得更加清楚。

图 1 是本发明装置结构的实施例的方框图;

图 2A 和 2B 为图 1 中写通道和读通道的方框图;

图 3A 至 3C 为本发明写入过程中 HDC 数据格式和介质数据格式的时序图;

图 4 为图 3A 至 3C 中 HDC 数据格式和介质数据格式的使用模式示意图;

图 5A 至 5F 表示图 3A 至图 3C 中的介质数据格式以及在读出过程中正常、丢失 SB1 和重试时间上的时序图;

图 6A 和 6B 为图 5A 至图 5F 中读出过程的流程图;

图 7A 至 7F 为本发明未经训练的介质数据格式以及读出过程中正常时、丢失 SB1 时和重试时的时间图;

图 8 为未经训练的介质数据格式使用模式和 HDC 格式的示意图;

图 9A 至 9C 为正常情况下数据分离的介质数据格式和读出过程的时间图;

图 10A 至 10D 为丢失 SB1 时的数据分离的介质数据格式和读过程的时间图;

图 11A 至 11D 为丢失 SB1 和 SB2 时重试和读过程的数据分裂介质格式和时间图;

图 12A 至 12C 为正常情况下未经训练的数据分离介质格式和读过程的时间图;

图 13A 至 13D 为丢失 SB1 时未经训练的数据分离介质格式和读过程的时序图;

图 14A 至 14D 为丢失 SB1 和 SB2 时未经训练的数据分离介质格式和重试及读出过程的时序图;

图 15A 至 15E 为“在飞行中”的本发明介质数据格式以及在读过程中正常时和丢失 SB1 时的时序图;

图 16A 至 16E 为通过“在飞行中”的未经训练的介质格式和读过程中正常时和丢失 SB1 时的时序图;

图 17A 至 17D 为“在飞行中”的数据分离介质格式以及读过程中丢失 SB1 时的时间图;

图 18A 至 18D 为“在飞行中”的数据分离介质格式以及在丢失 SB1 时读过程和重试的时间图；

图 19 为图 1 中具有对由于 MR 头的热量不均匀状态而造成的数据丢失的检测功能的读通道示意图；

图 20A 至 20D 为图 19 中检测数据丢失的时序图；

图 21 表示当写入数据被扰频时，图 1 中写入通道的方框图；

图 22A 至 22E 为图 21 中扰频操作的时序图；

图 23 表示当读出数据被解扰时，图 1 中的读通道；

图 24A 至 24F 为正常情况下图 23 中的解扰操作的时间图；以及

图 25A 至 25E 表示由于丢失 SB1 和 SB2 而重试时在图 24A 至 24F 中解扰操作的时序图。

具体实施方式

图 1 表示应用本发明的同步字节模式的分离格式的一种磁盘装置。被称为硬盘驱动器 (HDD) 的磁盘装置是由磁盘机壳 10 和磁盘控制器 12 构成的。磁盘机壳 10 上有磁头 IC 电路 15。在本实施例中，4 个组合磁头 14-1 至 14-4 被连接到磁头 IC 电路。组合磁头 14-1 至 14-4 整体具有感应磁头 16-1 至 16-4 其功能为写入磁头和 MR 头 18-1 至 18-4 其功能为读出磁头。磁盘机壳 10 上还有驱动磁头传动装置的 VCM50 和转动磁盘介质的主轴电机 56。对于磁盘外壳 10 的磁头 IC 电路 15，写通道 (WRC) 19 和读通道 (RDC) 20 被安排在磁盘控制器 12 的一侧。硬盘控制器 (HDC) 22 是为写道通 19 和读通道 20 提供的，其中具有格式化器 24 和 ECC 电路 25。硬盘控制器 22 和接口电路 28 连接，并执行从主机中提供写数据并且通过接口电路 28 向上端装置的主机传送和读出数据。用于将数据传输到主机的缓冲存储器 30 提供接口电路 28。伺服解调电路 32 用于磁盘介质读/写操作中的磁头位置控制。在本实施例中，由于磁盘介质采用固定密度记录系统 (CDR)，磁盘介质的柱面被划分为若干个区，每个区都预置了预定数目的柱面和预设每个区不同的频率。为此目的，提供频率合成器 26，并且在读写操作中从柱面地址中设置相应区的频率，由此将时钟提供给写通道 19 和读通道 20。MPO36 控制整个磁盘控制器 12。此外，RAM 40 和作与非易失存

存储器 EEPROM 42 通过总线 44 连接到 MPU36。由于接口电路 28 也是经总线 44 连接到 MPU36 的, 来自主机的各种命令被接收和解码, 指示硬盘控制器 22 的读/写操作, 通过驱动为磁盘机壳 10 提供的 VCM50 执行磁头位置控制。为总线 44 提供 D/A 转换器 46 和驱动器 48, 以便驱动 VCM50, 而 VCM50 是由 MPU 36 的指令控制的。主轴电机 56 也是由 D/A 转换器 52 和驱动器 54 驱动的。MPU36 对磁头定位控制的位置信号是从伺服解调电路 32 和 A/D 转换器 34 中得到的。

图 2A 是图 1 中的写通道 19 方块图。写入通道 19 由下面的部分组成: 用于写入的 HDC 接口电路 60; 8/9 编码器 62; 并行/串行转换器 64; 预编码器 66; 频率划分器 68 以及驱动器 70。即, 写入数据经为硬盘控制器 22 (图 1) 提供的格式器 24 格式化后, 经用于写入的 HDC 接口电路 60 提供给 8/9 编码器 62, 例如, NR 重置写入数据被转换为 8/9 代码, 此后, 所得的数据又经并行/串行转换器 64 转换为串行数据。预编码器 66 执行 $1/(1+D)^m$ 的预编码, 以便检测在读通道 20 一侧的部分响应最大似然率, 接着, 在结果信号由频率划分器 68 进行频率划分后, 执行写补偿, 然后提供给在此时经图 1 中的磁头 IC 电路 15 选择的写磁头, 并且由驱动器 70 写入到磁盘介质上。

图 2B 表示图 1 中的读通道 20。读通道 20 由下面部分组成: 放大器 72; AGC 电路 74; 自动均衡型最大似然率检测电路 76; 8/9 解码器 78; 串/并转换器 79; 以及用于读出的 HDC 接口电路 80。即, 放大器 72 对经图 1 中的磁头 IC 电路 15 得到的读信号放大。被放大的信号又经 AGC 电路 74 的自动增益控制增强后, 由自动均衡型的最大似然率检测电路 76 执行部分响应最大似然率检测, 例如 PR4LM 或 EPR4LM 的处理。在部分响应的最大似然率检测中, 在最大似然率检测电路之前通常提供利用横向滤波器的自动均衡器。关于作为自动均衡器的横向滤波器的抽头系数设置方法, 有固定均衡型, 这种类型在出厂时就已经固定地预置抽头系数; 还有自动均衡型, 利用被记录在磁盘介质的段格式中的训练信号自动调节抽头系数。8/9 解码器 78 解调编码数据为原始的 NRZ 数据, 这些数据是由写入通道 19 一方的 8/9 编码器 62 编码并转换的。经 8/9 解码器 78 解调的数据再由串/并转换器 79 转换为并行数据。

并行数据通过用于读出的 HDC 接口电路 80 传送到图 1 中的硬盘控制器 22。

图 3A 至图 3C 表示当数据由图 1 中的硬盘控制器 22 和写入通道 19 写到磁盘介质时, HDC 数据格式、介质数据格式和写门电路信号的时间图。图 3A 中写门电路信号 81 是由硬盘控制器 22 在磁盘介质上的段格式的时间周期内产生的。如图 3B 的 HDC 数据格式所示, 由图 1 中的硬盘控制器 22 格式化器 24 所格式化的数据格式信号和写门信号 81 同步被送到写入通道 19 上。即图 3B 中的 HDC 数据格式表示经图 2A 中用于写入的 HDC 接口电路 60 从硬盘控制器 22 中接收到的数据格式。在 HDC 数据格式中, 由 PLO1 表示的第一导航模式 84 是作为前同步码被提供的。跟在第一导航模式 84 后面的是由 TR1 表示的第一训练模式 86, 执行图 2B 中的读通道 20 的自动均衡类型的最大似然率检测电路 76 的训练。由 SB1 表示的第一同步字节模式 88 被提供, 随后是由 DATA1 表示的第一数据 90。

由 PLO2 表示的第二导航模式 92 用作和段头一样的前同步码, 并且提供用 TR2 表示的第二训练模式 94。此后, 用 SB2 表示的第二同步字节模式 96 被提供。在第二同步字节模式 96 之后提供用 DATA2 表示的第二数据 98。最后给出的是用 ECC 表示的检错纠正码 100。正如将从 HDC 数据格式中所能明确理解的一样, 在本发明的写入数据的格式中, 虽然到目前为止在段头部分中只给出一个同步字节模式, 同步字节模式被分为两个模式: 第一同步字节模式 88 和第二同步字节模式 96。写入数据也被分为两种数据: 第一数据 90 和第二数据 98。在所使用的同步字节分离系统中, 第一数据 90 被安排在第一同步字节模式 88 之后, 而第二数据 98 则被安排在第二同步字节模式 96 之后。

对应如上所述的图 3B 的 HDC 数据格式, 由图 1 中的写入通道 19 经磁头 IC 电路 15 写到磁盘介质上的介质数据格式所具有的格式结构如图 3C 所示, 即: 从头开始, 间隔域 101; 第一导航域 102; 第一训练域 104; 第一同步字节域 106; 第一数据域 108; 第二导航域 110; 第二训练域 112; 第二同步字节域 114; 第二数据域 116; 以及 ECC 域 118。采用将同步字节模式分为第一同步字节模式 88 和第二同步字节模式 96

的这样一种分离系统的理由是防止出现这样的情况：由于 MR 头的热量不均匀状态而失去字节读数据并且使得段读操作进入一种不可能恢复的状态。即，在图 3C 的介质数据格式中的第一同步字节域 106 中，由于 MR 头的热量不均匀状态而导致和磁盘介质的接触，并且使读数据作为不能被重放的数据而丢失，在这种情况下，通过读出随后的第二同步字节域 114 的第二同步字节模式 96 而有效地读出第二数据域 116 的第二数据 98，这样就能在 ECC 域 118 的检错纠正码 100 的基础上恢复丢失的第一数据 90。若以图 3C 的介质数据格式为例，数据长度，即在第一同步字节域 106 之后的第一数据域 108 的字节长度 DL 具有以下的关系，使得被置为这样一个值，该值等于或大于被 MR 头的热量不均匀状态而失去的字节数，而等于或小于某个数据长度，即可以由出错检测纠正码 100 纠正的字节数。

$$\begin{aligned} (\text{ECC 纠正长度}) &\geq (\text{第一数据长度 DL}) \\ &\geq (\text{丢失的长度 TA}) \\ &\dots (1) \end{aligned}$$

具体来说，检错纠正码 100 可以利用一个 Reed Solomon 码纠正若干字节。至于可纠正字节的数目，例如，有 10 多个字节是由交叉存取保证得到纠正的。

图 4 给出了图 3B 的 HDC 数据格式中的具体模式和图 3C 的介质数据格式以及数据长度的一个具体例子。这里给出两类模式 A 和 B 作为数据模式。图 3B 的 HDC 数据格式被表示为“HDCIF”，而图 3C 的介质数据格式则被表示为“MEDIA（介质）”。即，表示 HDC 数据格式“HDCIF”的数据模式是从硬盘控制器 22 到图 2A 中用于写入的 HDC 接口电路 60 的数据，并且是在由 8/9 编码器 62 转换之前的数据。另一方面，作为图 4 中介质数据格式“MEDIA”的模式是这样的模式，在这种模式中，第一和第二导航模式 PL01 和 PL02 由某个状态机转换为预定的模式，而其余的模式则由图 2A 中的 8/9 编码器 62 转换。此外，这意味着作为介质数据格式的“MEDIA”的第一数据 DATA1 和第二数据 DATA2 以及间隔模式 GAP 受到扰频 SC。作为第一同步字节模式 SB1 和第二同步字节模式 SB2，使用不同的模式，因此使得这些模式都能单

独被检测。其他的第一和第二导航模式 PL01 和 PL02 以及训练模式 TR1 和 TR2 都被设置为相同的模式。虽然图 4 中的模式 B 和表示 HD 数据格式的“HDCIF”相关的模式 A 相同，但训练模式 TR1 和 TR2、第一同步字节模式 SB1 以及第二同步字节模式 SB2 是由状态机而不是 8/9 编码器转换为预定的模式。此外，关于数据长度，每个第一和第二同步字节模式 SB1 和 SB2 以类似常规同步字模式的方式被设置为一个字节。第一同步字节模式 SB1 后面的第一数据 DATA1 的长度被定在例如 0 至 50 个字节的范围内，这个字节数，即第一数据长度 DL 满足上述等式 (1) 的条件。另一方面，第一导航模式 PL01 被置为 5 至 30 个字节，第一和第二训练模式 TR1 和 TR2 被设置为 0 至 5 个字节，而第二导航模式 PL02 被设置为 10 至 20 个字节。此外，从第一数据 DATA1 其中，数据长度 GL 被定义到第二数据 DATA2 结束开始定义数据长度 GL。间隔数据长度 GL 被用来跳过第二导航模式 PL02、第二训练模式 TR2，而第一同步字节模式 SB1 后面的第二同步模式 SB2 被正常检测，并且通过读操作解调第一数据 DATA1，并开始第二数据 DATA2 的解调。

图 5A 至 5F 为图 3C 中所示的被写入介质数据格式读过程的时间图。图 5A 表示介质数据格式的一个区段，每个域和图 3C 中的域相同。其中，第一数据域 108 的数据长度 DL 以及从第一数据域 108 到第二数据域 116 的间隔长度 GL 用例如寄存器一类的存储器定义在图 1 中的读通道一侧。WS（写接头）表示区段重写区的边界。当利用 MR 头执行对图 5A 的介质数据格式读操作时，得到图 5B 所示的读门信号（RG 信号）82。即，当开始对段头的间隔域 101 的间隔模式 GAP 后面的导航域 102 的导航模式 PL01 的读操作时，读门信号 82 从 L 级上升到 H 级，由此确认图 1 中的读通道 20 和硬盘控制器 22 的读操作。图 5C 表示当图 5A 的介质数据格式被正常读出时的读数据。随着读门信号 82 的 H 级的打开，得到导航模式 PL01 和训练模式 TR1 的读数据。然而，这些数据用于被包括在图 1 中的自动均衡类型的最大似然率检测器 76 中的主 PLL（相位锁循环）电路的时钟同步，并且作为信号“00h”从读通道 20 一侧传送到硬盘控制器 22。接着，同步字节模式 SB1 的读数据 120 被正常得到，随后的第一数据 DATA1 的读数据 122 也被识别，并且 8/9 转换数

据被解调为 NRZ 数据。第一数据 DATA1 由数据长度 DL 监控。在完成对应数据长度 DL 的字节数据的读操作之后，如“XX…”所示的被跳过的读数据 124 和 126，第二导航数据 PL02、第二训练模式 TR2 以及第二同步字节模式 SB2 读数据被忽略，并且只跳过预先已经被定义的间隔数据 GL。第二数据 DATA2 的读数据 128 被解调。ECC 的读数据 130 被解调，还可能 8/9 转换和解调介质数据格式的第二导航模式 PL02、第二训练模式 T2 以及第二同步字节模式 SB2。第二导航模式 PL02 成为不能存在 8/9 转换中的数据。即，第二导航数据 PL02、第二训练模式 TR2 和第二同步字节模式 SB2 的跳越过程表明虽然每个数据被解调，但对第二同步字节模式 SB2 的搜索并没有被执行。

图 5D 表示第一同步字节模式 SB1 的读数据 120 由于 MR 头的热量不均匀状态而被丢失的情况。在这种情况下，处在图 5B 中的读门信号 82 被打开到 H 级的状态中，如虚线所示，没有得到第一同步字节模式 SB1 的读数据 120，而是在此后得到第二同步字节模式 SB2 的读数据 126。因此，在第二同步字节模式 SB2 的读数据 126 的基础上，由读通道 20 执行对随后的第二数据 DATA2 的读数据 128 和 ECC 的读数据 130 的解调。在为图 2 中的硬盘控制器 22 提供的 ECC 电路 25 中，硬盘控制器 22 得到的是第二同步字节模式 SB2 而不是第一同步字节模式 SB1，由此重构由于失去第一同步字节模式 SB1 而不能从第二数据 DATA2 和被解调的 ECC 数据中读出的第一数据 DATA1。因此，即使由于 MR 头的热量不均匀状态而丢失第一同步字节模式 SB1，基于对随后的第二同步字节模式 SB2 的检测的第二数据 DATA2 和 ECC 被解调，和丢失的第一同步字节模式 SB1 一起被丢失的第一数据 DATA1 由被解调的 ECC 所重构，因此能够正常完成读操作。另一方面，如图 5C 所示，在正常得到第一同步字节模式 SB1 的读数据 120 而且第一数据 DATA1 的读数据 122 被正常解调之后，即使由于 MR 头的热不均匀状态而失去第二同步字节模式 SB2，由于这一部分最初已经过根据间隔长度 GL 的跳越过程，甚至当第二同步字节模式 SB2 丢失时，第二数据 DATA2 的读数据 128 的头部被识别，并且读数据可以毫无问题地被正常解调。即使由于 MR 头的热量不均匀状态而造成的丢失发生在第二数据 DATA2 的读数据 128

的头部中并造成数据的丢失，但只要这样的丢失最后落在将被解调的读数据 130 的检错纠正码 ECC 的纠正能力的范围内，丢失的第二数据 DATA2 的部分可以在 ECC 电路 25 中被重构。读操作可以被正常完成。此外，当第一同步字节模式 SB1 和第二同步字节模式 SB2 的读数据都不能被检测到时，由于第一数据 DATA1 和第二数据 DATA2 全部不能被解调，作为图 5E 和 5F 所示的重试过程再次执行读过程。图 5E 表示重试时的读门信号 132。在这种情况下，读门信号 132 和第二导航模式 PL02 的读数据同步从 L 转到 H。第二同步字节模式 SB2 的读数据 126 被检测，如图 5F 所示。当第二同步字节模式 SB2 的读数据 126 能被正常检测时，能从读数据 128 和 130 中正常解调第二数据 DATA2 和 ECC。由于同步字节模式 SB1 的丢失而丢失的第一数据 DATA1 从被解调的 ECC 中被重构，因此正常完成读操作。图 5E 和图 5F 中的重试过程只重复预定的重试次数，直到能够通过第二同步字节模式 SB2 的检测而正常地解调数据。一般地，数据长度 DL 被如此定义，使得由于 MR 头的热量不均匀状态而造成的丢失落在第一数据 DATA1 的范围内，因此，即使第一同步字节模式 SB1 被丢失，位于其后的第二同步字节模式 SB2 也可以被检测。因此，在第一同步字节模式 SB1 丢失之后的第二同步字节模式 SB2 的丢失可以被看作是因不是 MR 头的热量不均匀状态的原因所造成的数据丢失。因此，通过重试时的再次读数据，一定能得到第二同步字节模式 SB2 的读数据 126，如图 5F 所示。从第二数据 DATA2 的读数据 128 和 ECC 的读数据 130 中解调每个数据，丢失的第一数据 DATA1 最后从 ECC 中被重构，因此能正常完成读操作。此外，关于图 5F 中的重试，当图 5D 中的第一同步字节模式 SB1 丢失时，或者当第一同步字节模式 SB1 和第二同步字节模式 SB2 都丢失时，在读操作正常结束之后，该段被认为是一个有缺陷的区段。区段数据被存入磁盘介质的某个预定替换柱面的空区段中，并且被寄存在控制器的区段替换表中。此外，即使第一同步字节模式 SB1 能被检测，当第二同步字节模式 SB2 不能在正确的位置上被正确地解调时，该区段也被看作是一个有缺陷的区段并可望为该交替区段执行交替过程。因此，在此之后，当存取相同的有缺陷的区段时，根据交替表中的内容存取交替段。因此，同 MR 头的热量不均匀

状态而发生丢失的段将从存取目标区段中被删除,由此能够防止由于 MR 头的热量不均匀状态而造成的有缺陷的区段的增加。

图 6A 和图 6B 为图 5A 至图 5F 中正常读操作、丢失第一同步字节模式 SB1 以及丢失第一和第二同步字节模式 SB1 和 SB2 时的读操作流程。作为一个例子表示的读操作为这样的情况:数据、ECC 和间隔在写入介质时已经被扰频,因此在读出时执行解扰过程。除非在写入介质时执行扰频过程,否则不需要解扰过程。读操作从硬盘控制器 22 在第一导航模式 PL01 的区间中打开读门的位置上开始。读通道 20 在步 S1 中判定读门是否打开。如果是,首先在步 S2 中执行对计数器 (N) 初始化的解扰和重新设置。在步 S3 中,检查第一同步字节模式 SB1 是否能被检测到。当可以被检测时,在步 S4 中,在作为 HDCIF 数据的 NRZ 数据中形成第一同步字节模式 SB1。在步 S5 中,开始对第一数据 DATA1 的解码和解扰。在步 S6 中,检查数据长度是否已经达到预置的数据长度 DL。第一数据 DATA1 被解码,在到其数据长度达到预定的数据长度 DL。当数据长度 DL 达到 $DL + 1$ 时,开始步 S7 并重置解扰。处理程序进入步 S8 并检查被解调的数据是否为第二同步字节模式 SB2。在该例中,检查在第二同步字节模式 SB2 被写入的位置上能否正确地被解调。在步 S10 中,重复第二数据 DATA2、ECC 和间隔的解调和去扰,直到读门在步 S11 中被关闭。接着,根据步 S12、S13、S14、S10 和 S11 中处理的次序,执行当第一同步字节模式 SB1 被丢失时的处理过程。当在步 S12 中检测到第二同步字节模式 SB2 时,开始步 S13 并打开替换标识。替换标识表示第一同步字节模式 SB1 没有被正常检测,而第二同步字节模式 SB2 被检测到的标识。当该标识在读过程之后被设置到该替换段区时,该标识被用于判定。在步 S14 中,形成了将被传送到硬盘控制器 22 的第二同步字节模式 SB2。此后,第二数据 DATA2、ECC 和间隔信号被解码和去扰步并将结果数据送到硬盘控制器 22 而结束该处理过程。接着,在步 S16 和 S17 中执行第一同步字节模式 SB1 和第二同步字节模式 SB2 都丢失情况下的处理过程。即,当读门在第一导航模式 PL01 中被打开而读操作没有完成时,数据被再次读出。作为再次读出的一种方法,考虑硬盘控制器 22 在第一导航模式 PL01 的区间中再次打开读门和在第

二导航模式 PL02 的区间中再次打开读门两种情况。在本例中关于上述两种情况的读通道 20 的读算法都基于相同的顺序。当第一同步字节模式 SB1 和第二同步字节模式 SB2 不能被检测时, 在步 S16 中计数器 (N) 增 1 ($N \rightarrow N + 1$)。在步 S17 中, 检查看重试次数是否等于预定的次数。当 (N) 等于或小于预定次数时, 处理程序返回到 START, 并且从硬盘控制器 22 在第一导航模式 PL01 或第二导航模式 PL02 中打开读门的步骤重新开始。当即使读操作被执行了预定的次数后数据仍无法被读出时, 处理程序异常结束。

图 7A 到图 7F 是在本发明的磁盘装置中读另一种介质数据格式的时间图。该实施例的特征在于被用来控制为图 2B 中的读通道 20 提供的自动均衡类型的最大似然率检测电路 76 的自动均衡器的训练模式 TR1 和 TR2 被消除。即, 涉及到这样一种情况, 例如, 出厂时被调节出来的固定值被用于 2B 中读通道 20 的自动均衡型最大似然率检测电路 76。因此, 当读磁盘介质时, 不需要由训练信号自动设置抽头系数。为此, 在图 7A 的介质数据格式中, 删去图 5A 中的第一训练域 104 和第二训练域 112, 并且不记录第一训练模式 TR1 和第二训练模式 TR2。其他的格式结构和图 5A 的相同。

图 8 给出图 7A 中没有训练而被写在介质数据格式中的每个域的具体模式示例。采用类似图 4 中带训练的模式的方式, 表示模式 (C) 被划分为作为和硬盘控制器接口的模式 “HDCIF” 以及作为磁盘介质模式的 “MEDIA”。模式 (C) 是通过删除图 4 中模式 (B) 中的第一和第二训练模式 TR1 和 TR2 得到的一种模式。第一和第二导航模式以及第一数据 DATA1 的数据长度和图 4 中的数据长度一样。此外, 虽然每个第一和第二同步字节模式 SB1 和 SB2 的数据长度至少为一个字节, 但为了提高同步字节检测的冗余度, 也可能提高每个第一同步字节模式 SB1 和第二同步字节模式 SB2 的字节数并使用这些模式。虽然可以理解, 采用类似于图 4 中的情况的一种方式, 每个第一和第二同步字节模式 SB1 和 SB2 被设置为一个字节, 并且区段的长度减去对应被删除的训练模式 TR1 和 TR2 的长度, 由此提高模式的效率。

再看图 7A 至 7F。图 7B 和图 7C 表示正常读出时的读门信号 82 和

读数据，并且基本上和图 5B 和图 5C 中带训练模式的情况一样。图 7D 表示当第一同步字节模式 SB1 丢失时的读数据并且和图 5D 中的相同。此外，图 7E 和 7F 表示当第一和第二同步字节模式 SB1 和 SB2 都丢失而重试时的读门信号和读数据，而这一点也和图 5E 和图 5F 中的相同。

本发明的磁盘装置使用数据表面伺服系统，在该系统中，伺服模式按磁盘介质数据表面的每个预定旋转角度的径向排列。因此，使用了这样的一种数据分离格式，使得当如图 3A 至 3C 中所示写入时，如果伺服区存在写段区中，写数据被分为两种数据并被写入。

图 9A 给出介质数据的一种分离格式，写入区段被分为两部分，并且被写入伺服域 136 之前和之后的第一段区 134 和第二段区 138。在本发明中，同步字节模式的分离格式被应用到每个被划分的第一和第二段区 134 和 138。即，关于伺服域 136 之前的第一段区 134，有间隔域 101、第一导航域 102、第一训练域 104、第一同步字节域 106、第一数据域 108、第二导航域 110、第二训练域 112、第二同步字节域 114 以及第二数据域 116。至于伺服域 136 后面的后半部分的第二段区 138，有间隔域 139，第一导航域 140、第一训练域 142，第一同步字节域 144、第三数据域 146、第二导航域 148、第二训练域 150、第二同步字节域 152、第四数据域 154 以及 ECC 域 118。第一导航模式 PL01、第一训练模式 TR1、第一同步字节模式 SB1、第二导航模式 PL02、第二训练模式 TR2、以及第二同步字节模式 SB2 被存储在除了数据域之外的第一和第二段区 134 和 138 的每个域中。写数据被伺服域 136 分离划分为前写数据和后写数据。前半写数据被划分为第一数据 DATA1 和第二数据 DATA2 并被写入第一段区 134 中的第一数据域 108 和第二数据域 116。被划分的后半写数据 2 被划分为第三数据 DATA3 和第四数据 DATA4 并被写入第二段区 138 中的第三数据域 146 和第四数据域 154。除了被伺服域 136 划分为前区和后区的第一和第二段区 134 和 138 的数据域 108、116、146 和 154 之外，其他域的数据长度和模式和图 5A 中没有被执行的数据分离情况下的格式是一样的。关于写数据，第一和第三数据域的第一和第三数据 DATA1 和 DATA3 中每一个的数据长度被设置为等于或大于因 MR

头的热量不均匀状态而丢失的数据的长度,并且等于或小于 ECC 的可纠正数据长度,例如,10个字节的长度。另一方面,第二数据域 116 的第二数据 DATA2 的数据长度等于从被划分的前半写数据中减去作为第一数据 DATA1 的数据长度 10 个字节所得到的数据长度。同样,第四数据域 154 的第四数据 DATA4 的数据长度等于从被划分的后半写数据中减去第三数据域 146 的第三数据 DATA3 的 10 个字节而得到的数据长度。

图 9B 和图 9C 给出图 9A 中分离介质数据格式正常读出时的读门信号和读数据。图 9B 中的读门信号被划分为读门信号 82 - 1 和 82 - 2, 82 - 1 通过读伺服域 136 的前半部分的第一段区 134 上升到 H 级,而 82 - 2 则在伺服域 136 的后第二段区 138 的时序中提高到 H 级。如上所述,读通道 20 的操作响应分别在伺服域 136 的前时序和后时序上产生的读门信号 82 - 1 和 82 - 2。如图 9C 所示,作为前半部分第一段区 134 的读数据,根据第一同步字节模式 SB1 的读数据 120 解调第一数据 DATA1 的读数据 122。在根据间隔数据长度 GL 跳过读数据 124 和 126 之后,从读数据 128 中解调第二数据 DATA2。至于后半部分的第二段区 138,采用类似上述的方法,当从读数据 156 中检测到第一同步字节模式 SB1 时,在读门信号 82 - 2 打开到 H 级的基础上,从读数据 158 中解调和数据长度 DL 一样多的第三数据 DATA3。读数据 160 和 162 被跳过对应间隔数据长度 GL 的一段长度。此后,从读数据 164 中解调第四数据 DATA4,并且最后从读数据 130 中解调 ECC。

图 10A 至图 10D 涉及图 10A 的介质数据分离格式的情况,第一同步字节模式 SB1 在伺服域 136 之前的第一段区 134 或伺服域 136 之后的第二段区 138 中丢失。在这种情况下,如图 10B 所示,对应第一段区 134 和第二段区 138,读门信号 82 - 1 和 82 - 2 被打开到 H 级,并执行读通道 20 的读操作。当第一段区 134 中的第一同步字节模式 SB1 丢失时,数据变成如图 10C 所示的那样。即,对于第一段区 134,第一同步字节模式 SB1 的读数据 120 没有得到,而得到的是第二同步字节模式 SB2 的读数据 126。第二同步字节模式 SB2 首先被检测到。因此,从读数据 128 中解调第二数据 DATA2。对于第二段区 138,由于从读数据 156 中能正常地检测到第一同步字节模式 SB1,第三数据 DATA3、第四数据 DATA4

以及 ECC 都被解调。从 ECC 中重构由于第一同步字节模式 SB1 的丢失而丢失的第一数据 DATA1，并正常完成读操作。图 10D 涉及后半部第二段区 138 的第一同步字节模式 SB1 丢失的情况，在这种情况下，由于第一同步字节模式 SB1 能正常地从前半部分的第一段区 134 的读数据 120 中被检测，因此第一数据 DATA1 和第二数据 DATA2 被解调。关于下一个第二段区 138，第一同步字节模式 SB1 的读数据 156 由于丢失而没有得到，而第二同步字节模式 SB2 首先从读数据 162 中被检测到。于是，从读数据 164 和 130 中解调第四数据 DATA4 和 ECC。从被解调的 ECC 中重构丢失的第三数据，并正常地完成读操作。

图 11A 至图 11D 给出在关于图 11A 的介质数据的分离格式情况下的重试操作，第一段区 134 中的第一和第二同步字节模式 SB1 和 SB2 被丢失或在第二段区 138 中的第一和第二同步字节模式 SB1 和 SB2 丢失的情况。首先，在图 11A 的介质数据的分离格式中，当伺服域 136 的前半部分第一段区 134 的第一和第二同步字节模式 SB1 和 SB2 不能被检测而执行重试操作时，产生如图 11B 所示的读门信号。即，根据第一段区 134 中第二导航域 110 的导航模式 PL02 的读数据，读检测信号 82 - 3 被打开到 H 级并使读通道 20 使其操作。从图 11C 的读数据 126 中检测到第二同步字节模式 SB2 并从读数据 128 中解调数据 DATA2。至于下一第二段区 138，由于能从读数据 156 中检测到第一同步字节模式 SB1，第三数据 DATA3、第四数据 DATA4 以及 ECC 都被正常地解调。由被解调的 ECC 重构不能被解调的第一数据 DATA1。读操作被正常完成。在图 11A 中，当由于伺服域 136 后的第二段区 138 中的第一和第二同步字节模式 SB1 和 SB2 的丢失而执行重试操作时，数据成为图 11D 中的读数据。在该例中的读门信号被设置为图 11B 中的虚线所示的读门信号 82 - 1 和 82 - 4。虽然读门信号 82 - 1 和正常读出方式中的一样，后第二段区 138 的读信号 82 - 4 从第二导航域 148 的第二导航模式 PL02 的读数据中上升到 H 级，并使读通道成为操作的。如图 11D 中的后半部分所示，从读数据 162 中检测到第二段区 138 中的第二同步字节模式 SB2 并解调第四数据 DATA4 和 ECC。从被解调的 ECC 中重构第三数据 DATA3 并正常结束读操作。至于在这种情况下的重试过程，当即使执行了预置

次数的重试操作仍不能正常地读出该段数据时，该处理过程被异常结束。

图 12A 至图 12C 为由于伺服域数据分离对没有训练模式的介质数据格式发生时的正常读出的时间图。图 12A 给出没有训练模式的介质数据的分离格式，并表示通过删除图 9A 中的第一和第二训练模式 TR1 和 TR2 的记录域而得到的格式。图 12B 表示正常读时的读门信号 82-1 和 82-2。于是，通过图 12C 所示的正常读时的读数据从第一数据 DATA1 中可以重构第四数据以及 ECC。

图 13A 至图 13D 是在没有训练模式的介质数据的分离格式中的前段或后段中的任一个中失去第一同步字节模式 SB1 情况下的时间图。在类似图 12A 至图 12C 的一种方法中，图 13A 中的介质数据的分离格式没有任何训练域，而根据图 13B 中的读门信号 82-1 和 82-2 执行读通道的读操作。在读操作中，如图 13C 所示，当由于丢失不能由伺服域 136 前的第一段区 134 的读数据 120 检测出第一同步字节模式 SB1 时，首先从读数据 126 中检测第二同步字节模式 SB2 并解调第二数据 DATA2。对于下一个第二段区 138，由于第一同步字节模式 SB1 能正常地从读数据 156 中被检测到，第三数据 DATA3、第四数据 DATA4 和 ECC 被解调。从解调的 ECC 中重构丢失的第一数据 DATA1 并正常结束读操作。当图 13A 中伺服域 136 后的第二段区 138 中的第二同步字节模式 SB2 没有被检测到时，得到如图 13D 所示的读数据。至于伺服域前的第一段区 134，由于能从读数据 120 中正常地检测到第一同步字节模式 SB1，第一数据 DATA1 和第二数据 DATA2 被正常解调。至于下一个第二段区 138，由于读数据 156 的丢失而不能检测到第一同步字节模式 SB1，首先从读数据 162 中检测第二同步字节模式 SB2，并解调第四数据 DATA4 和 ECC。从被解调的 ECC 中重构丢失的第三数据 DATA3 并正常完成读操作。

图 14A 至图 14D 给出图 14A 的介质数据分离格式中没有训练的情况，在第一段区 134 或第二段区 138 中，第一和第二同步字节模式 SB1 和 SB2 都丢失，并执行重试操作。首先，在伺服域 136 前的第一段区 134 中丢失第一和第二同步字节模式 SB1 和 SB2 的情况下，执行重试操作，

得到图 14B 中的读门信号 82 - 3 和 82 - 2。即，对于丢失第一和第二同步字节模式 SB1 和 SB2 的第一段区 134，通过第二导航域 110 的第二导航信号 PL02 将读门信号 82 - 3 从 L 级设置为 H 级。如图 14C 所示，从读数据 126 中检测第二同步字节模式 SB2 并解调第二数据 DATA2。对下一个第二段区 138 执行类似正常时的操作，从读数据中解调第三数据 DATA3、第四数据 DATA4 和 ECC，由 ECC 重构丢失的第一数据 DATA1，并正常结束重试的读操作。当图 14A 的后第二段区 138 中的第一和第二同步字节模式 SB1 和 SB2 丢失时，执行重试操作，产生读门信号 82 - 1 和 82 - 4，如图 14B 中的虚线所示。在这种情况下，如图 14D 所示，对于第一段区 134，采用类似正常情况的方法解调第一数据 DATA1 和第二数据 DATA2。对于下一个第二段区 138，通过检测第二导航域 148 中的第二导航模式 PL02 将读门信号 82 - 4 升到 H 级。因此，首先由读数据 162 检测第二同步字节模式 SB2，如图 14D 所示，并解调第四数据 DATA4 和 ECC。最后，从被解调的 ECC 中重构丢失的第三数据 DATA3，正常结束重试的读操作。

本发明的磁盘装置也对应“在飞行中”，其中当由硬盘控制器 22 的 ECC 电路 25 采用实时方式执行检错和纠正的同时，由图 1 中的读通道 20 解调的读数据连续地被从接口电路 28 传送到主机。图 15A 给出根据本发明对应“在飞行中”的磁盘装置中的介质数据格式，并涉及具有训练模式且实质上 and 图 5A 相同的一个例子。在对应这样一种介质数据格式的“在飞行中”的读操作中，通过检测第一导航域 102 中的第一导航信号 PL01 将图 15B 中的读门信号 82 从 L 级打开到 H 级，并通过检测跟在位于该段尾端的 ECC 域 118 之后的下一个段的头部的间隔域 101 中的间隔模式将读门信号 82 关闭到 L 级。在读门信号 82 打开到 H 级的基础上，图 1 中的通道 20 进行操作，由此得到正常时的读数据如图 15C 所示。正常时的读数据也和关于“在飞行中”的图 5C 的情况一样。当随后发生丢失第一同步字节模式 SB1 的情况时，产生如图 15D 所示的读门信号 82 - 5 和 82 - 6，并得到如图 15E 所示的本例中的读数据。通过检测第一导航域 102 中的第一导航模式 PL01，图 15D 中在丢失第一同步字节模

式 SB1 时的读门信号 82 - 5 被打开到 H 级。此后, 直到第一数据域 108 中间的指定字节数被设置到寄存器中, 第一数据域 108 通过已经存有第一同步字节模式 SB1 的第一同步字节域 106。当即使字节数达到指定的字节数也没有检测到第一同步字节模式 SB1 时, 读门信号 82 - 5 从 H 级被关闭到 L 级。通过将读门信号 82 - 5 关闭到 L 级, 在具有 ECC 电路 25 的硬盘控制器 22 中能够识别第一同步字节模式 SB1 的丢失, ECC 电路 25 通过“在飞行中”执行检错和纠正, 由此使得丢失的第一数据 DATA1 能通过对应“在飞行中”被纠正。接着, 通过检测第二导航域 110 中的导航信号 PL02, 信号从 L 级被打开到 H 级, 如读门信号 82 - 6 中所示。因此, 如图 15E 所示, 从读数据 126 中检测第二同步字节模式 SB2, 从第一字节的读数据 128 中解调第二数据 DATA2, 并且进一步从读数据 130 中解调 ECC。第二数据 DATA2 和 ECC 的被解调数据由图 1 中的硬盘控制器 22 所接收。当内部的 ECC 电路 25 执行到上端装置的数据传送时, 丢失的第一数据 DATA1 被重构, 并正常结束“在飞行中”的读操作。

图 16A 至图 16E 给出对应象图 16A 的介质数据格式那样没有训练模式的“在飞行中”的读操作。即, 在正常读时, 由图 16B 中的读门信号 82 执行从如图 16C 所示的读数据中的解调, 而这一点实质上 and 图 15B 和图 15C 的情况相同。当第一同步字节模式 SB1 丢失时, 由图 16D 中的读门信号 82 - 5 和 82 - 6 执行对图 16E 中的读数据的解调, 这一点实质上也和对应“在飞行中”的图 15D 和 15E 中的相同。只有一点不同的是: 介质数据格式不具有训练模式 TR1 和 TR2。

图 17A 至 17D 表示对应“在飞行中”的本发明的磁盘装置的读操作, 在图 17A 的介质数据分离格式中丢失了在伺服域 136 前的第一段区 134 中的第一同步字节模式 SB1, 或者丢失了在伺服域 136 后的第二段区 138 中的第一同步字节模式 SB1。首先, 当图 17A 中第一段区 134 中的同步字节模式 SB1 丢失时, 产生图 17B 中的读门信号 82 - 5、82 - 6 和 82 - 7。即, 通过第一段区 134 的第一导航域 102 中的第一导航模式 PL02 将读门信号 82 - 5 打开到 H 级。在这种状态中, 当即使字节数已达到指定的字节数仍不能检测到第一同步字节模式 SB1 时, 读门信号 82 - 5 被关闭到 L 级。接着, 通过检测第二导航域 110 中的第二导航模式 PL02

将类似读门信号 82 - 6 的信号打开到 H 级。因此, 如图 17C 所示, 从读数据 126 中检测第一段区 134 中的第二同步字节模式 SB2, 并解调第二数据 DATA2。对下一个第二段区 138, 由于从读数据 156 中能正常地检测出第一同步字节模式 SB1, 因此也能解调第三数据 DATA3、第四数据 DATA4 以及 ECC。读门信号 82 - 5 关闭到 L 级在后阶段由硬盘控制器 22 识别。由读数据 120 识别第一段区 134 中第一同步字节模式 SB1 的丢失。因此, ECC 电路 25 准备对丢失的第一数据 DATA1 的重构过程, 接收随后的第二数据 DATA2、第三数据 DATA3、第四数据 DATA4 以及 ECC, 并重构对应“在飞行中”的丢失的第一数据 DATA1。当图 17A 中第二段区 138 中的同步字节模式 SB1 丢失时, 得到图 17B 中的虚线所示的读门信号。即, 对于第一段区 134, 得到类似图 16B 中的读门信号 82。在对图 11D 所示的第一同步字节模式 SB1 检测的基础上, 正常解调第一数据 DATA1 和第二数据 DATA2。对于下一个第二段区 138, 如图 17B 中读门信号 82 - 8 中所示, 从对第二段区 138 中的第一导航模式 PL01 的检测中, 当甚至超过了对应指定的字节数的时间后仍然得不到第一同步字节模式 SB1 时, 信号被关闭到 L 级。通过对下一个第二导航模式 PL02 的检测, 信号象读门信号 82 - 9 被打开到 H 级。从图 17D 中的后半部分所示的读数据 162 中检查第二同步字节模式 SB2。因此, 正常解调第四数据 DATA4 和 ECC。当读门信号 82 - 8 被关闭到 L 级时, 在后阶段由硬盘控制器 22 和 ECC 电路 25 识别第二段区 138 中第一同步字节模式 SB1 的丢失。从已经得到的第一和第二数据 DATA1 和 DATA2 以及从随后得到的第四数据 DATA4 和 ECC 中对应“在飞行中”重构丢失的第三数据 DATA3。重构的第三数据 DATA3 被传送到上端装置。

图 18A 至图 18D 表示在对应“在飞行中”本发明的磁盘装置中丢失第一同步字节模式 SB1 的读操作, 对图 18A 所示的介质数据的分离格式不提供训练模式。对于没有训练模式的介质数据分离格式的读操作, 得到图 18B 中的读门信号、在图 18C 中丢失第一同步字节模式 SB1 时的读数据, 以及图 18D 中丢失第二同步字节模式 SB2 时的读数据, 这些数据类似图 17B、图 17C 和图 17D 中的数据。

图 19 给出了图 1 中作为对应本发明的“在飞行中”的磁盘装置的读通道 20 的另一个实施例，其特征不在于因 MR 头的热量不均匀状态而发生的丢失被检测到，并能通知硬盘控制器 22。即，在对应图 15A 至 15E 中的“在飞行中”的读操作中，如图 15D 所示，当第一同步字节模式不能被检测到时，通过将读门信号 82 - 5 关闭到 L 级，图 1 中的硬盘控制器 22 识别出第一同步字节模式 SB1 的丢失。在另一方面，在图 19 中读通道 20 的实施例中，直接检测到由于 MR 头的热量不均匀状态而造成的同步字节模式 SB1 的丢失并通知硬盘控制器 22，由此使 ECC 电路 25 能执行对应“在飞行中”的纠正操作。在图 19 中，采用类似图 2B 的实施例的方式，为读通道 20 提供用于读的范围从放大器 72 到 HDC 接口电路 80 范围中的电路。除此之外，最新提供 TA 检测电路 216。TA 检测电路 216 包括：用于检测 8/9 解码器 78 的解码操作错误的检错电路 218；用于从 AGC 电路 74 的读信号 E1 中检测出由于因 MR 头和磁盘介质之间的接触的 TA 的基线波动而丢失的间隔的比较电路 220；以及从检错电路 218 和比较电路 220 中得到输出信号 E2 和 E3 的或（OR）并产生一个 TA 检测信号 E4 给硬盘控制器 22 的或运算电路 222。

图 20A 至 20D 为图 19 中的 TA 检测电路 216 的时序图。首先，图 20A 给出来自 AGC 电路 74 的读信号 E1。主要由于 MR 头的热量不均匀状态而造成的读信号基线波动并出现读波形饱和的间隔丢失。当由于这样的 TA 而造成读信号 E1 的基线波动时，8/9 解码器 78 中输入码的条件解除并出现异常。产生如图 20B 所示的解码检错信号 E2。根据因 MR 头的热量不均匀状态而出现的读信号 E1 的波动，由比较电路 220 产生如图 20C 所示的比较输出信号 E3。或 OR 运算电路 222 得到解码检错信号 E2 和比较电路 216 的反向信号之间的或（OR）运算结果并将图 20D 中的 TA 检测信号 E4 提供硬盘控制器 22。即，TA 检测信号 E4 被输出到硬盘控制器 22，作为指示从由于 MR 头的热量不均匀状态而由读信号 E1 产生的级（level）。波动开始到 8/9 解码器 78 解码错读的结束期间的异常性的检测信号。因此，硬盘控制器 22 识别对因 MR 头的热量不均匀状态而出现的异常性的检测，接收指示 8/9 解码器错误的检测状态的 TA 检测信号 E4，并且在图 15D 中的读门信号 82 - 5 被关闭到 L 级之

前识别第一同步字节模式 SB1 的丢失。硬盘控制器 22 能激励由 ECC 电路 25 对第一同步字节模式 SB1 后面的第一数据 DATA1 的对应“在飞行中”的错误纠正操作。

图 21 给出图 1 中的写通道的另一个实施例。该实施例的特征在于将被写在磁盘介质上的数据、ECC 和间隔模式都被扰频。在类似图 2A 的实施例的方法中，写通道包括用于写入的 HDC 接口电路 60、8/9 编码器 62、并/串转换器 64、预编码器 66、分频器 68 以及驱动器 70。在用于写入的 HDC 接口电路 60 和 8/9 编码器 62 之间提供扰频数据、ECC 和间隔模式的电路功能。即在用于写入的 HDC 接口电路 60 之后提供扰频电路 172。扰频电路 172 包括 EX - OR 电路 174 和伪随机模式发生器 176。伪随机模式发生器 176 产生例如预定码长的 M 系列码。EX - OR 电路 174 得到从用于写入的 HDC 接口电路 60 中的一区段的格式化数据和伪随机模式之间的 EX - OR 运算结果，并由此得到扰频。在扰频电路 172 之后提供选择电路 170。来自用于写入的 HDC 接口电路 60 的数据以及由扰频电路 172 所扰频的数据被输入到选择电路 170。其中的一种数据被选择后输入到 8/9 编码器 62。选择电路 170 选择由扰频电路 172 后在写入数据、ECC 和间隔模式时被扰频的数据。在其他的时间中，选择电路 170 选择来自用于写入的 HDC 接口电路 60 中的数据，即，没有被扰频的数据。选择电路 170 的选择操作和伪随机模式发生器 176 的模式产生由时序发生电路 184 控制。为时序发生电路 184 提供了同步字节检测电路 178、DL 寄存器 180 和 GL 寄存器 182。同步字节检测电路 178 检测包含在从用于写入的 HDC 接口电路 60 中得到的格式化写数据中的第一和第二同步字节模式 SB1 和 SB2 并将其输出。跟在第一同步字节模式 SB1 后面的第一数据 DATA1 的数据长度 DL 已经被设置在 DL 寄存器 180 中。根据 DL 寄存器 180 中所设置的数据长度 DL 的第一数据 DATA1 的区间是从同步字节检测电路 178 检测第一同步字节模式 SB1 时的时间设置的。从第一数据 DATA1 结束到下一个第二数据 DATA2 开始的间隔数据长度 GL 已经被设置在 GL 寄存器 182 中。根据这些长度，时序发生电路 184 为第二数据 DATA2、ECC 和下一个间隔模式的区间

设置时间的扰频周期。指示从时序发生电路 184 产生的将被扰频的第一数据、第二数据、ECC 和间隔模式的时序的时序信号也被送到伪随机模式发生器 176 中。从伪随机模式发生器 176 产生送到 EX - OR 电路 174 的伪随机模式和选择电路 170 的扰频电路 172 的输出选择同步, 由此使得被扰频的数据被提供给选择电路 170。

图 22A 至 22E 为图 21 中写通道的扰频过程的时序图。首先, 当图 22A 中的写门信号 81 被打开时, 扰频电路 172 的伪随机模式发生器 176 成为可操作。在这种状态下, 根据图 22B 中所示的 HDC 数据格式的写数据通过用于写入的 HDC 接口电路 60 被输入到写通道 19。

第一同步字节检测电路 178 检测在 SB1 上所示的同步字节模式 88, 并将检测信号输出到时序发生电路 184。对此, 时序发生电路 184 在置于 DL 寄存器 180 中的数据长度 DL 的区间内产生时序信号到选择电路 170, 这就允许扰频电路 172 的输出被选择。由于时序信号被提供给伪随机模式发生器 176, 产生图 22D 中的扰频信号 188 - 1, 因此, 用 DATA 表示的第一数据 90 被 EX - OR 电路所扰频。接着, 在由 GL 寄存器 182 设置的间隔长度 GL 的区间内, 时序发生电路 184 停止产生时序信号, 并且重新设置伪随机模式发生器 176。在间隔长度 GL 消逝之后, 从由 DATA2 表示的第二数据 98 的头部开始到 ECC100 后的间隔数据 101 结束的区间内, 时序信号发生电路 184 再次产生如图 22C 所示的时序信号 186 - 2。因此, 如图 22D 所示, 根据时序信号 186 - 2 产生扰频信号并由此得到扰频。

因此, 图 22E 的介质数据格式中的每个第一数据域 108 的第一数据 DATA1、第二数据域 116 的第二数据 DATA2、ECC 域 118 的 ECC、以及间隔域 101 的间隔模式 GAP 都在被扰频的状态中记录。

图 23 是对应具有图 21 的扰频功能的写通道 19 的图 1 中读通道 20 的解扰功能的实施例的方框图。读通道 20 具有放大器 72、AGC 电路 74 自动均衡型的最大似然率检测电路 76、8/9 解码器 78、串/并转换器 79 以及图 2B 中用于读的 HDC 接口电路 80。此外, 在串/并转换器 79 和用于读的 HDC 接口电路 80 之间的提供了解扰电路 190 和选择电路 204。异或电路 192 和伪随机模式发生器 194 是为解扰电路 190 提供的, 并且

在实质上和图 22 中的扰频电路 172 相同。选择电路 204 的选择操作由时序发生电路 205 控制。即，在被包含在读数据中的第一数据 DATA1、第二数据 DATA2、ECC 和间隔模式的时序上，选择电路 204 选择解扰电路 190 的输出而由此被解扰。在其他的时序上，选择电路 204 直接选择串/并转换器 79 的输出，由此消除解扰状态。提供第一同步字节检测电路 196 和第二同步字节检测电路 198 是为了控制串/并转换器 79、伪随机模式发生器 194 和时序控制发生电路 205。此外，提供已经存储第一数据 DATA1 的数据长度 DL 的 DL 寄存器 200 和已经存储从第一数据 DATA1 到第二数据 DATA2 的间隔长度 GL 的 GL 寄存器 202 是为了控制时序发生电路 205。

图 24A 至 24F 为具有图 23 中的解扰功能的读通道 20 的处理操作的时序图。现在假定，该如图 24A 所示的介质格式。在介质格式中，在当前段和下一个段之间的每个第一数据域 108 的第一数据 DATA1、第二数据域 116 的第二数据 DATA2、ECCF 域 118 的 ECC 以及间隔域 119 的间隔模式 GAP 在图 22A 至 22E 的时序图中所示的写入时序上已经被扰频了。当执行读操作时，如图 24B 所示，通过对第一导航模式 PL01 的检测将读门信号 82 上升到 H 级。在这种状态中，当第一同步字节检测电路 196 检测到第一同步字节模式 SB1 时，如图 24C 的 SB1 检测信号 206 中所示，信号被提升到 H 级。根据 SB1 检测信号，时序发生电路 205 在被设置在如图 24D 所示的 DL 寄存器 200 中的第一数据 DATA1 的数据长度 DL 上产生时序信号 208 - 1。根据时序信号 208 - 1，选择电路 204 选择来自解扰电路 190 中的输出。SB1 检测信号 206 被提供给串/并转换器 79。从第一同步字节模式 SB1 的检测时序中，第一数据 DATA1 的串行读数据被转换为并行数据。在本例中，伪随机模式发生器 194 产生伪随机模式，和并行转换到 EX - OR 电路 192 的位宽度一致。通过伪随机模式和并行数据之间 EX - OR 算法操作的解扰重构原始的 NRZ 数据。图 24F 中的解扰的数据通过选择电路 204 和用于读的 HDC 接口电路 80 传送到硬盘控制器 22。对于第二导航模式 PL02 的间隔、训练模式 TR2 和被设置在下一个间隔长度 GL 中的第二同步字节模式 SB2 的读数据 124 - 1、124 - 2 和 126，由于时序信号被关闭，选择电路 204 选

择串/并转换器 79 的输出。来自 8/9 解码器 78 的解调数据直接转换为并行数据并且被传送到硬盘控制器 22。在此重新设置解扰。当由第二同步字节检测电路 98 从读数据 126 中检测到第二同步字节模式 SB2 时, 时序发生电路 205 产生图 24D 中作为 H 级信号的时序信号 208 - 2。第二同步字节检测信号同时被提供给伪随机模式发生器 194 和串/并转换器 79, 因此执行并行转换、伪随机模式的产生以及选择电路 204 对解扰电路 190 一方的选择。读数据 128、130 和 119 中的第二数据 DATA2、ECC 和间隔模式被解扰。

图 25A 至 25E 为图 23 中读通道 20 中的第一和第二同步字节模式 SB1 和 SB2 丢失而重试时的去扰步操作的时间图。当第一和第二同步字节模式 SB1 和 SB2 都没有被检测到而根据读图 25A 的介质数据格式执行重试操作时, 通过读图 25B 中的第二导航模式 PL02 将读门信号 132 打开到 H 级。图 25D 中的解扰信号 214 和图 25C 中的第二同步字节模式 SB2 的检测信号 212 同步产生。如图 25E 所示, 第二数据 DATA2 和 ECC 被解调, 并且从 ECC 中重构丢失的第一数据 DATA1。

根据上述的本发明, 由于同步字节模式被分为两个模式, 即使同步字节模式其中的一个由于和 MR 头的介质的热量不均匀状态而丢失, 另一个同步字节模式也能有效地被检测到。因此, 能够防止出现区段数据完全丢失的情况。即, 即使同步字节模式中的一个丢失, 也能通过 ECC 的纠正功能正常完成读操作, 并防止由于 MR 头的热量不均匀状态丢失同步字节而导致不能恢复的错误出现的情况。

因 MR 头的热量不均匀状态导致的缺陷在用户使用阶段随机出现并发展成为区段的缺陷。然而, 根据本发明的同步字节分离系统, 当由于 MR 头的热量不均匀状态而导致同步字节中的一个丢失而根据本发明的同步字节分离系统正常检测留下的其他同步字节并通过数据和 ECC 的纠正而正常完成读操作时, 通过执行将该区段看作有缺陷的区段并将数据登记在替换段中的替换处理过程, 由于 MR 头的热量不均匀的状态所产生的缺陷段能够在实际上被恢复。在用户使用阶段由于 MR 头的热不均匀状态而产生的缺陷段的生长也一定能够被防止。

此外, 当同步字节模式被分为两个模式时, 对应每种同步字节模式,

数据也被划分和分布。因此，和同步字节模式的简单分离方法相比，介质的格式效率能得到尽可能大的提高。

而且，即使在数据表面伺服系统写入时、写数据被伺服模式所划分的情况下，通过对每个分离的段区应用同步字节模式的分离格式，对于经过数据分离的每个分离段区，由于 MR 头的热量不均匀状态而丢失同步字节模式，读操作也可以在不出现不能恢复的错误的情况下正常完成。

此外，对于对应“在飞行中”的磁盘装置，其中，当数据从读通道和地址控制器中被传送到主机时，由 ECC 执行出错检测纠正，由同步字节的分离格式可以实现对由 MR 头的热量不均匀状态而产生的有缺陷的段的恢复。

本发明不局限于上述的实施例，而可以进行各种修改，只要执行将同步字节模式分为两个模式的同步字节分离。本发明不局限于上述实施例中所示的数值。

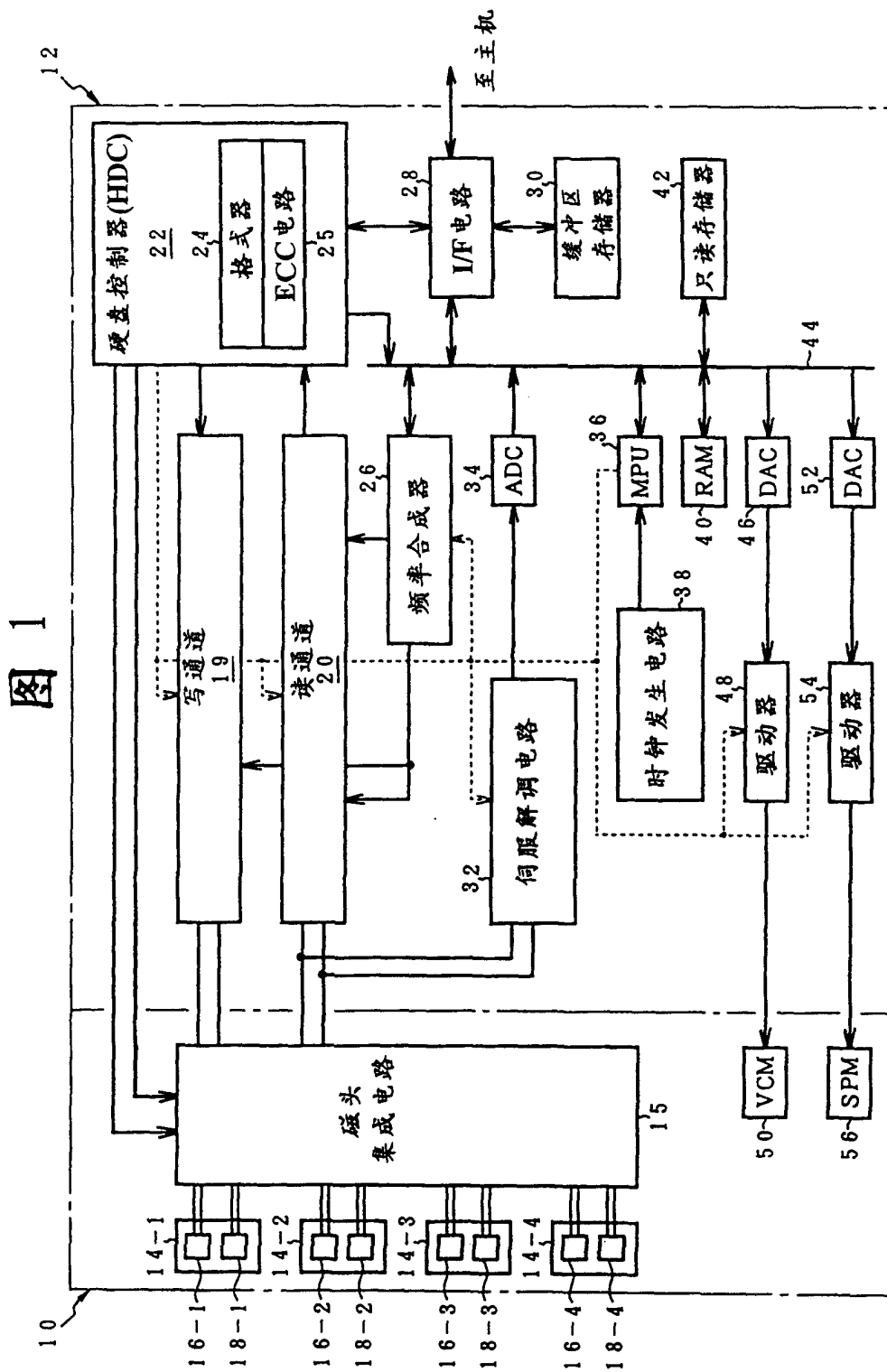


图 2A

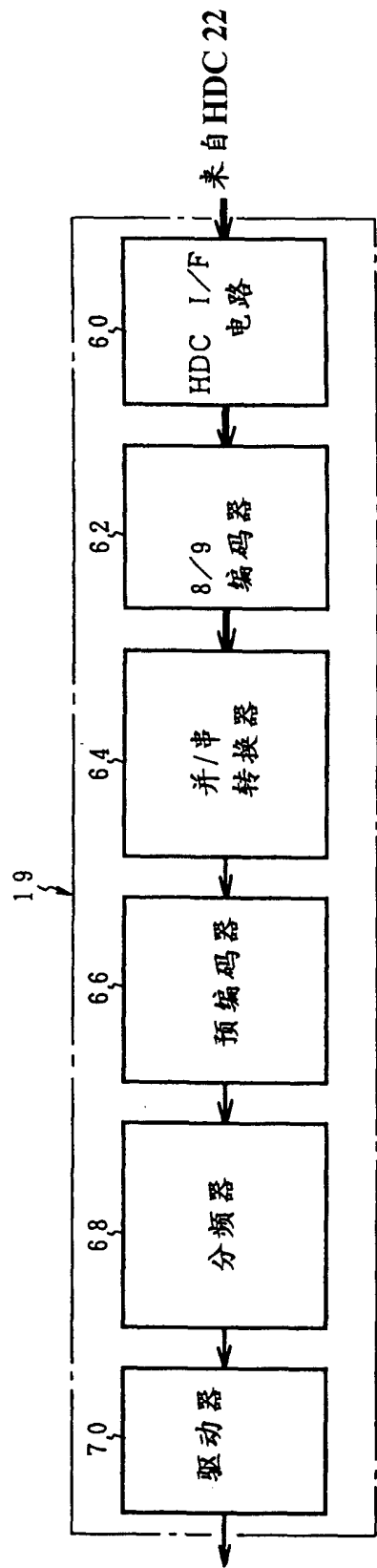


图 2B

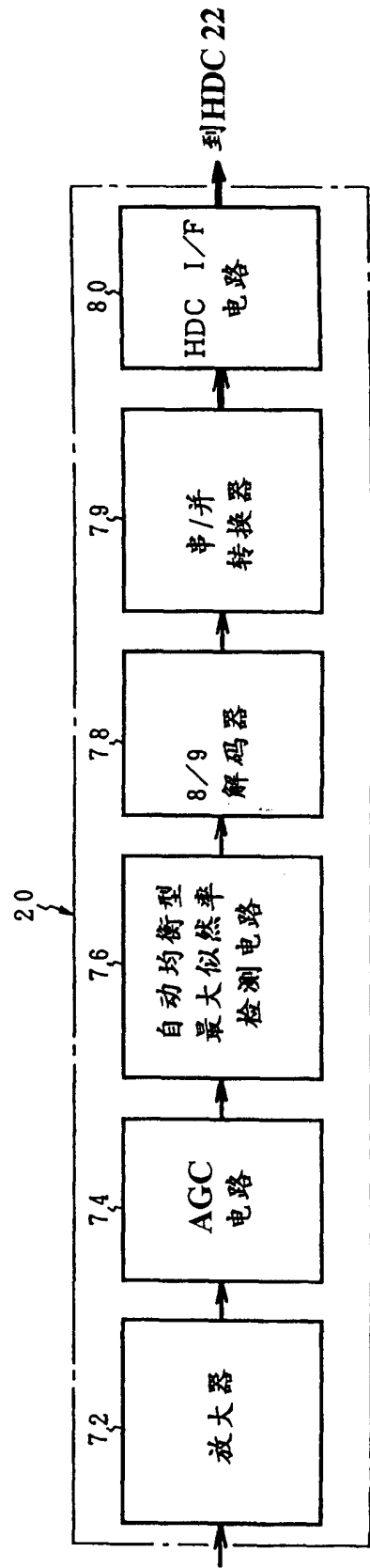


图 3A
写门信号



图 3B
HDC数据格式

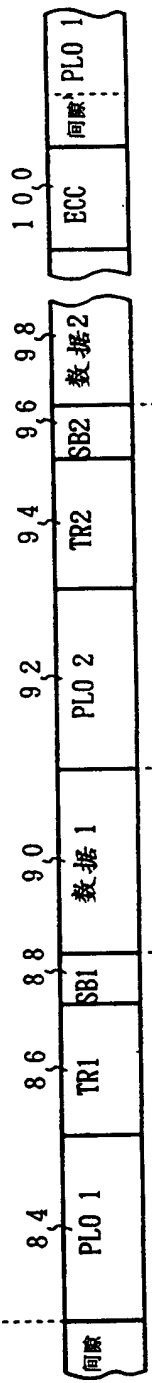


图 3C
介质数据格式

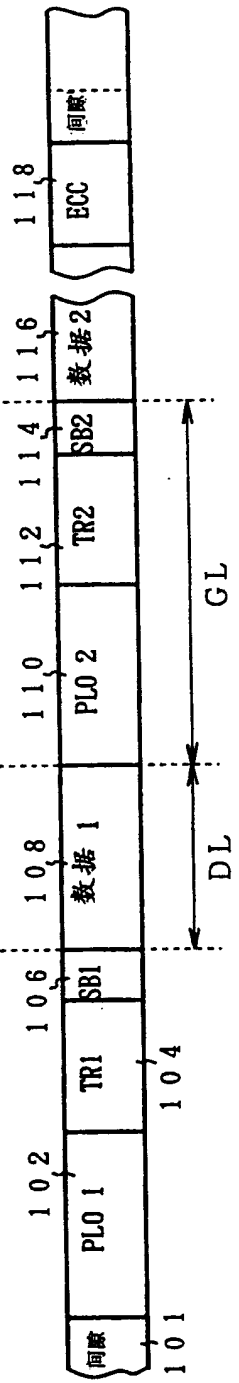


图 4

		PL0 1	TR 1	SB 1	数据 1	PL0 2	TR 2	SB 2	数据 2 ECC	间隙
模式A	HDC IF	" 00h "	" 93h "	" 1Fh "	" XXh "	" 00h "	" 93h "	" 69h "	" XXh "	" 00h "
	MEDIA	" 1FFh " S/M	" 133h " 8->9	" 18Fh " 8->9	" XXXh " 8->9 with SC	" 1FFh " S/M	same as TR 1		" XXXh " 8->9 with SC	" XXXh " 8->9 with SC
模式B	HDC IF	" 00h "	" FFh "	" FFh "	" XXh "	" 00h "			" XXh "	" 00h "
	MEDIA	" 1FFh " S/M	" 133h " S/M	" 18Fh " S/M	" XXXh " 8->9 with SC	" 1FFh " S/M			" XXXh " 8->9 with SC	" XXXh " 8->9 with SC
数据长度		5~30B	0~5B	1B	0~50B	10~20B			XX	XX

DL

GL

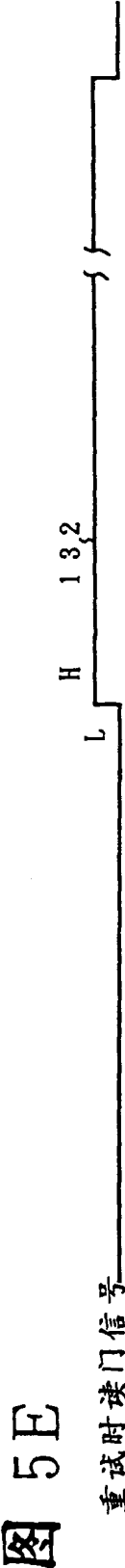
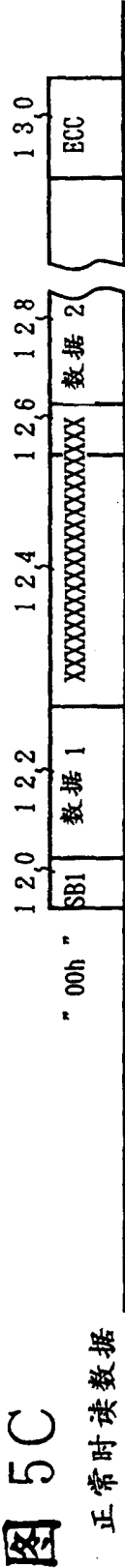
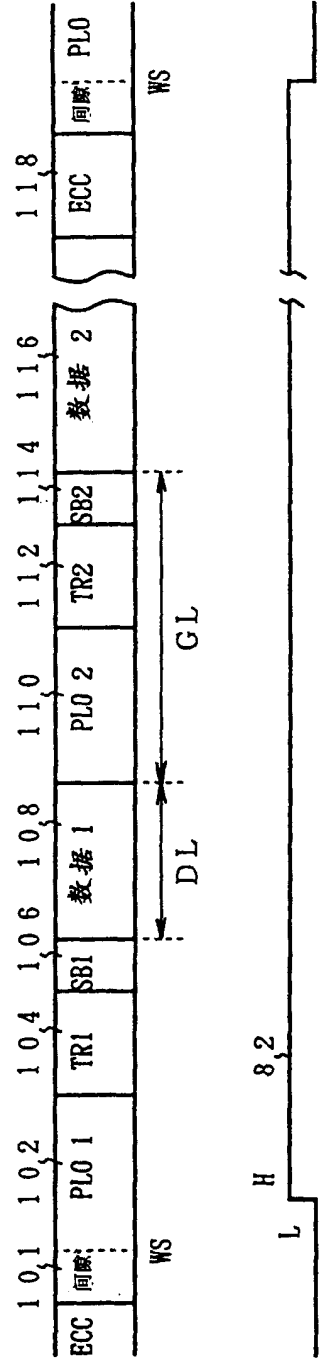


图 6A

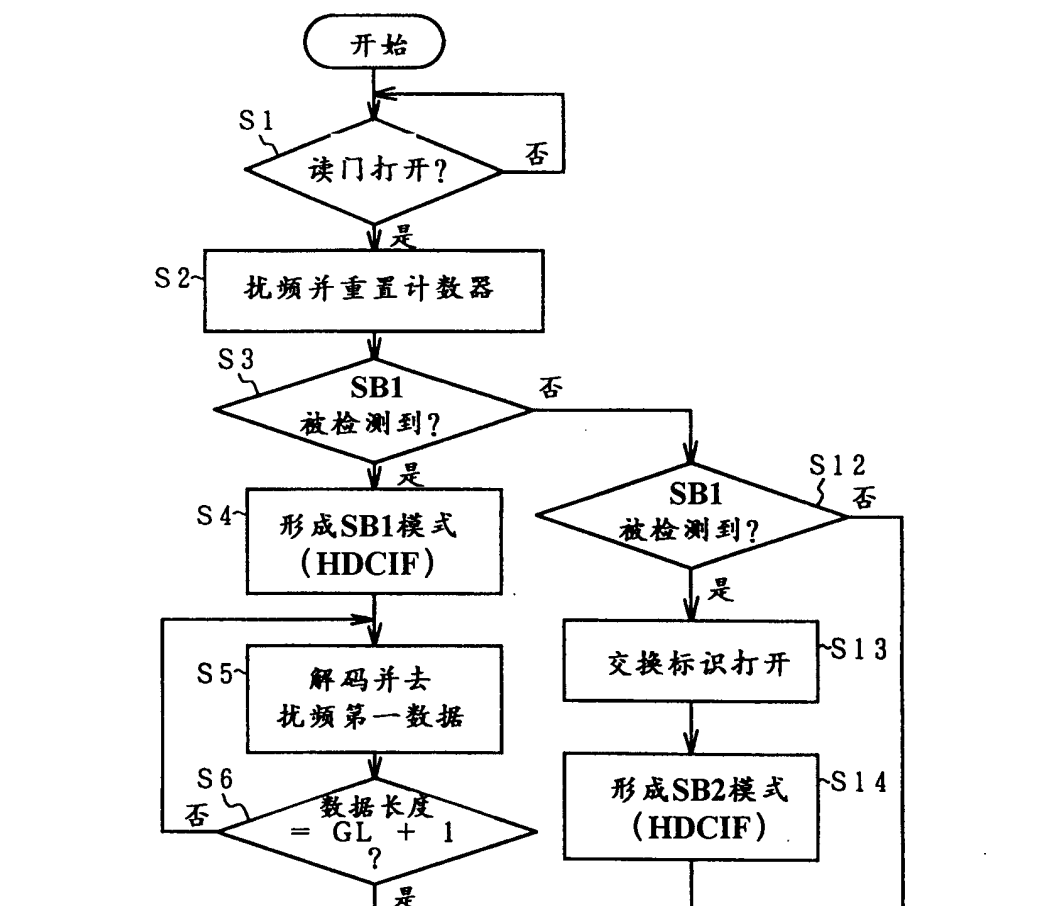
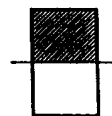
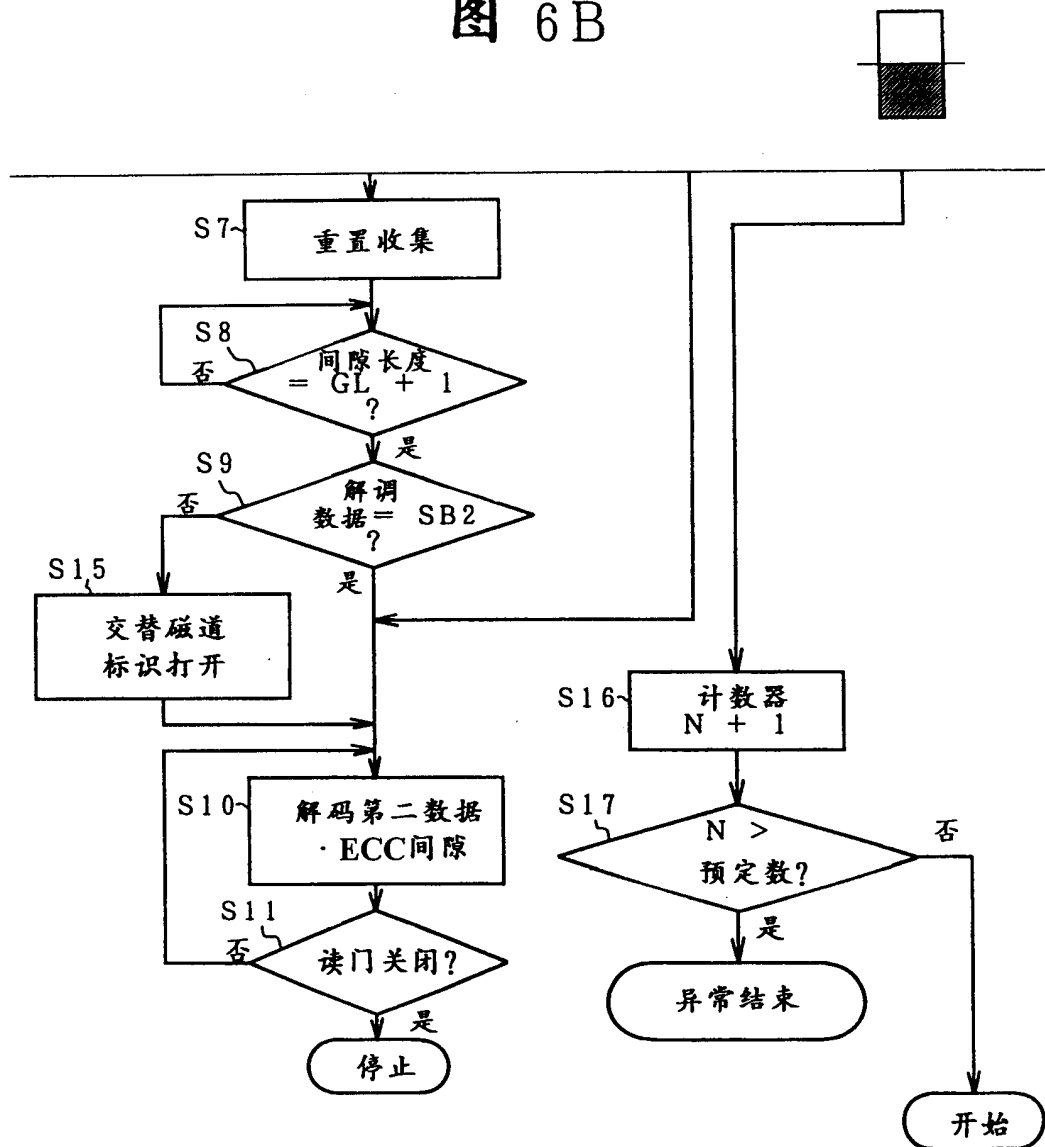


图 6B



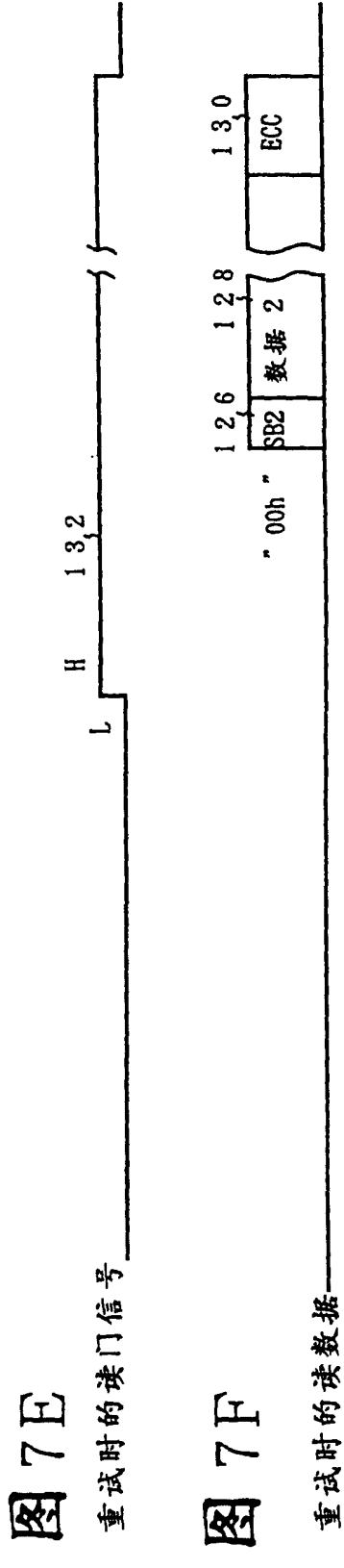
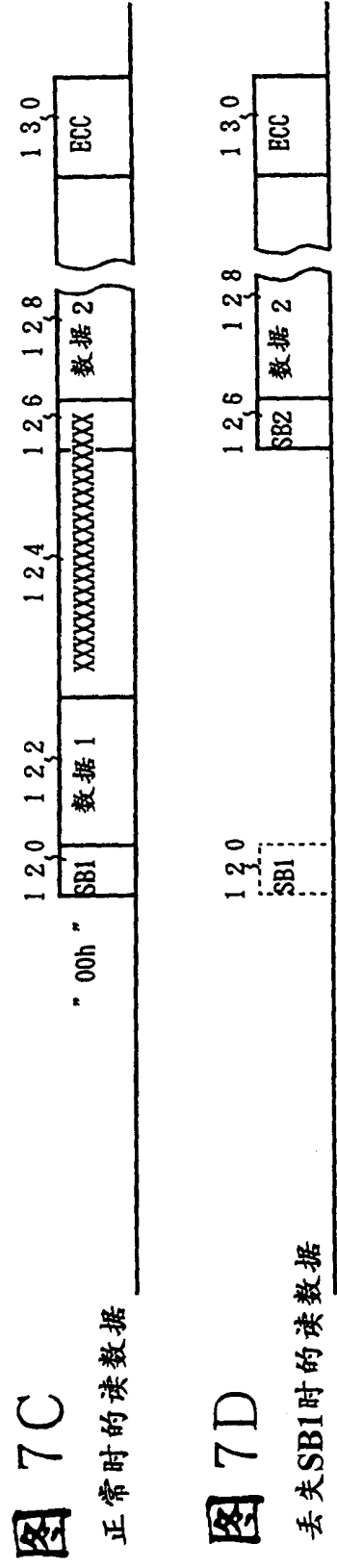
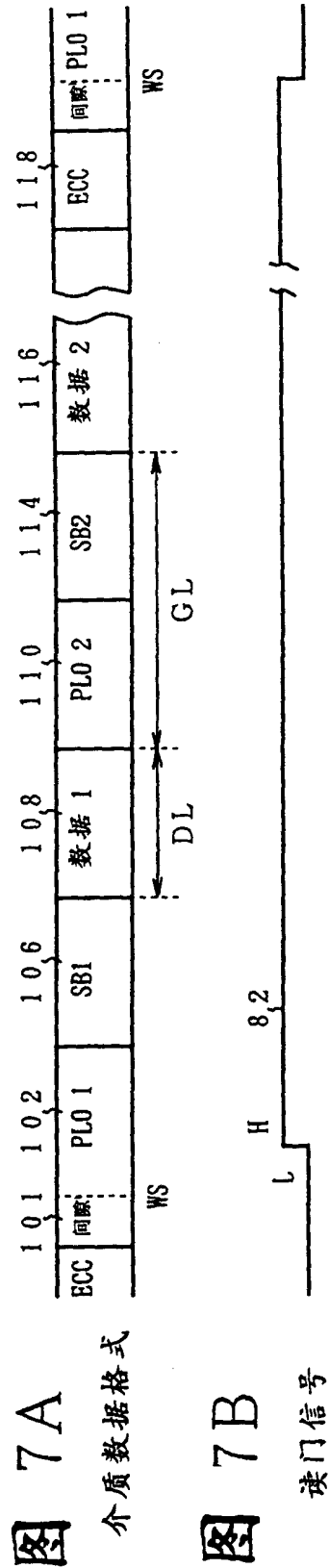
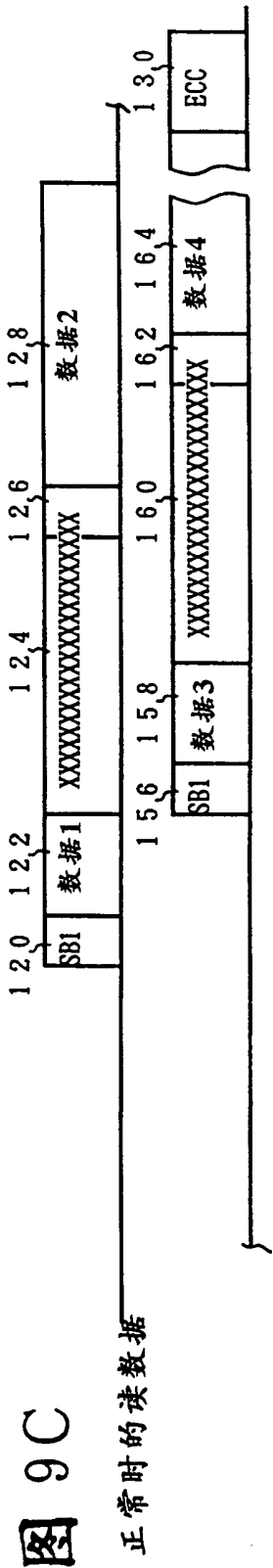
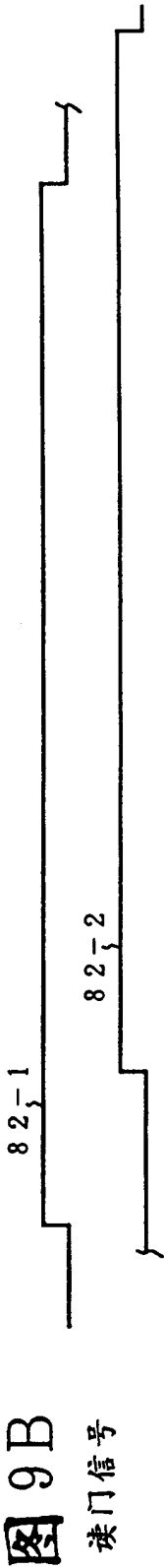
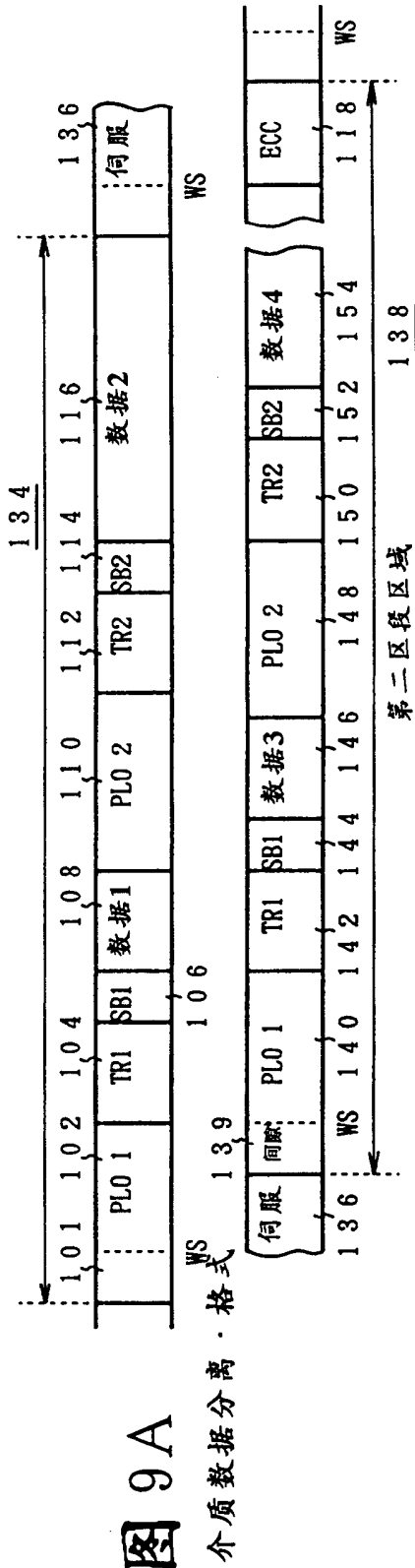


图 8

模式C	HDC IF	PL0 1	SB 1	数据 1	PL0 2	SB 2	数据 2 ECC	间隙
	MEDIA	" 00h "	" FFh "	" XXh "	" 00h "	" EEh "	" XXh "	" 00h "
		" 1FFh " S/M	" 067h " S/M	" XXXh " 8->9 with SC	" 1FFh " S/M	" 133h " S/M	" XXXh " 8->9 with SC	" XXXh " 8->9 with SC
数据长度		5~30B	1~6B	0~50B	10~20B	1~6B	-	-

DL

GL



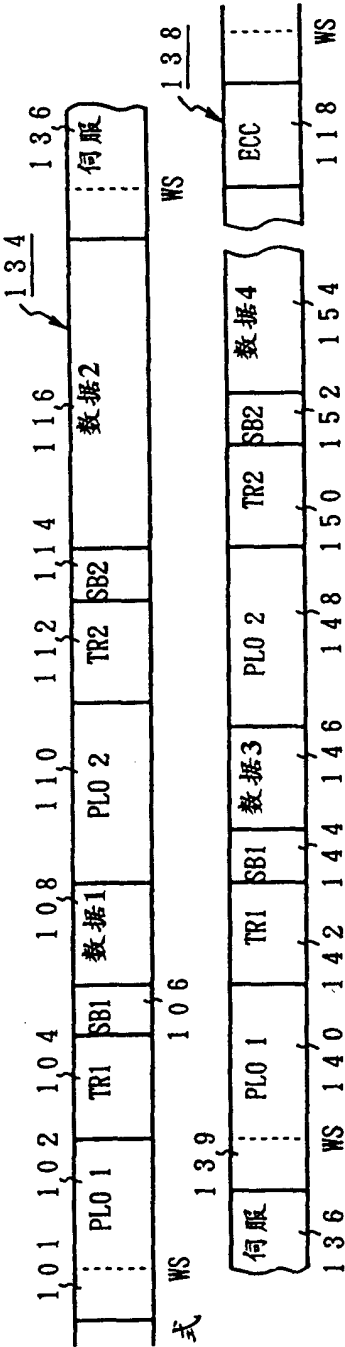


图 10A

介质数据分离·格式

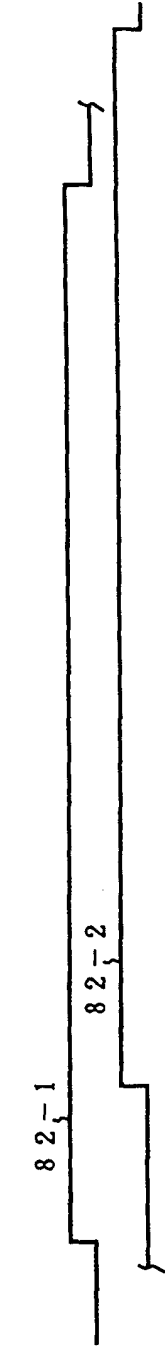


图 10B

读门信号

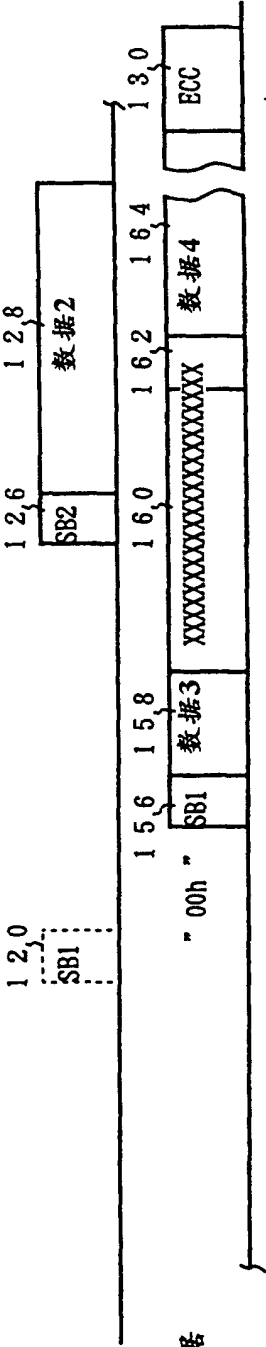


图 10C

丢失第一段
SB1时的读数据

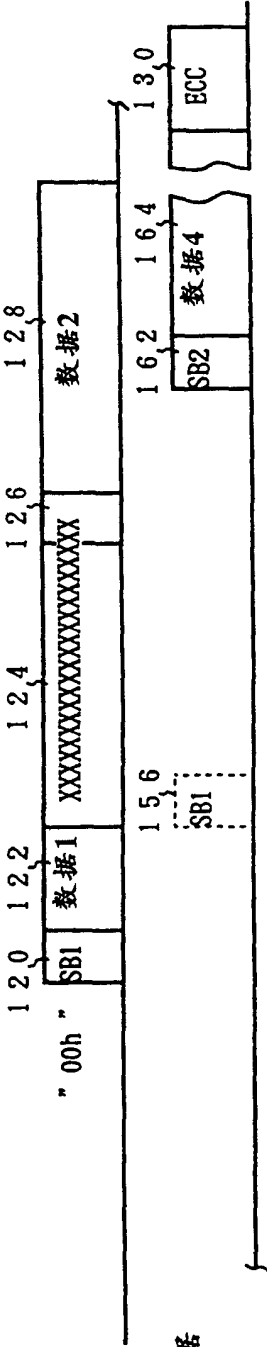


图 10D

丢失第二段
SB1时的读数据

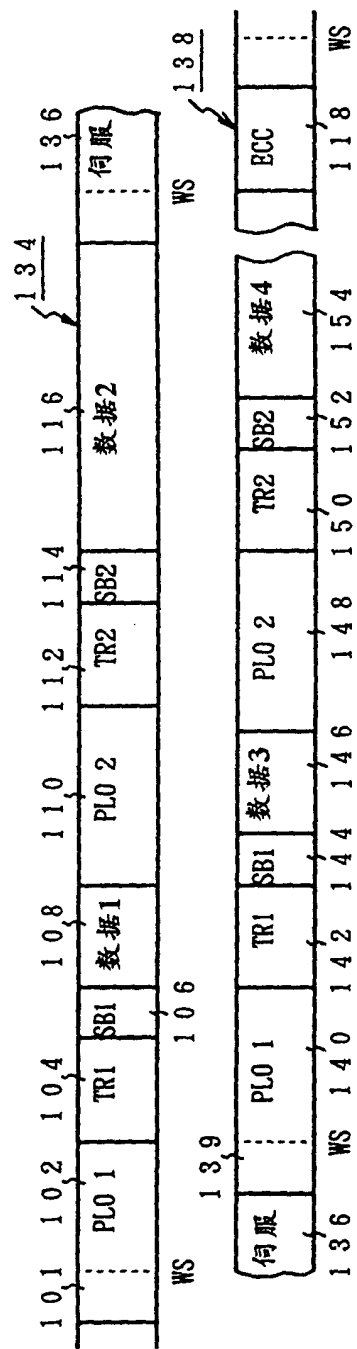


图 11A
介质数据
分离·格式

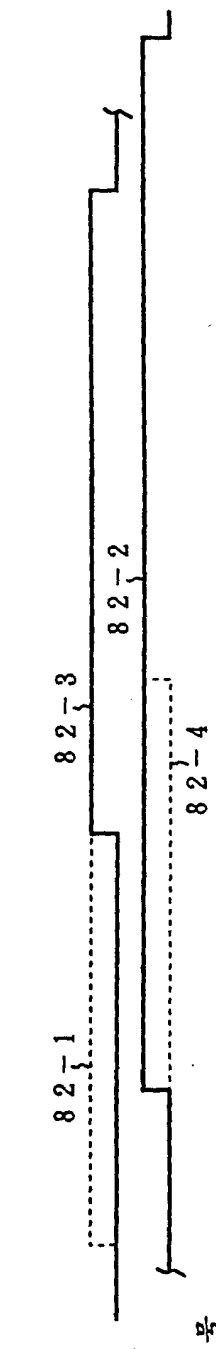


图 11B
由于丢失前段
的SBI和SB2
而重试时的读门信号

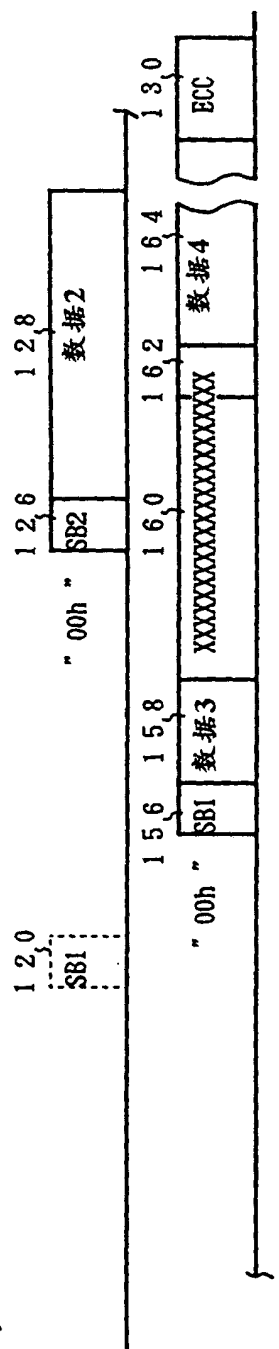


图 11C
第一段SBI和
SB2丢失时的
重试读数据

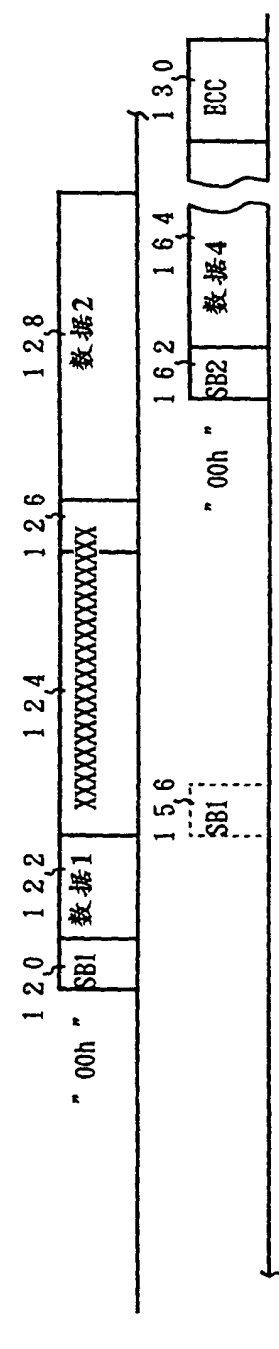


图 11D
第二段SBI和
SB2丢失时的
重试读数据

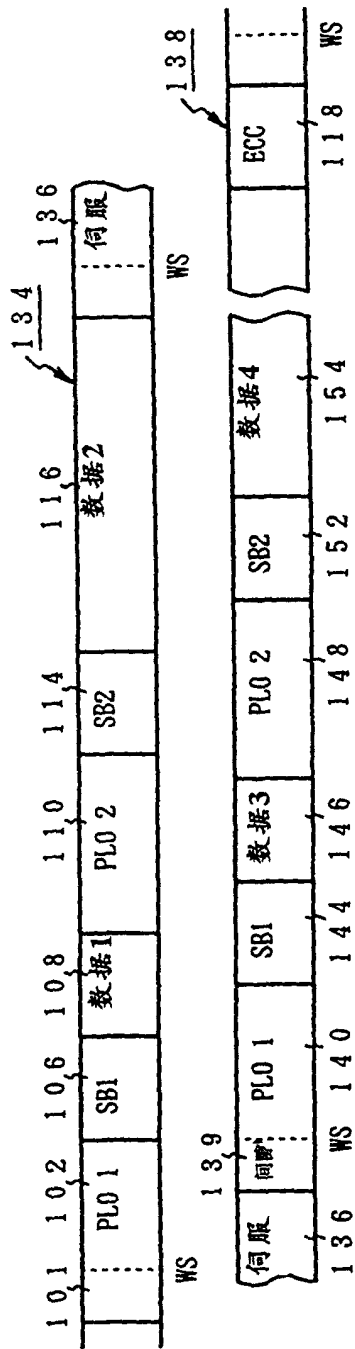


图 12A
介质数据
分离·格式

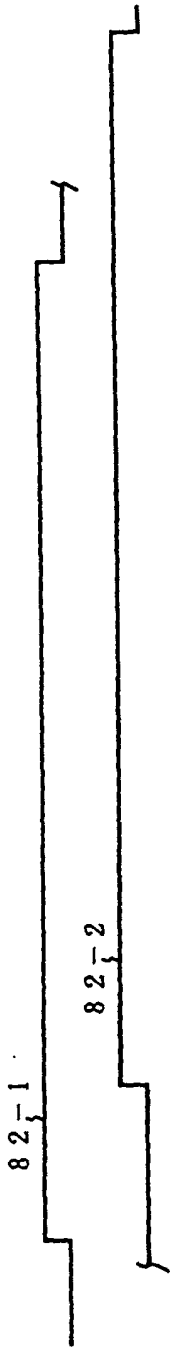


图 12B
读门信号

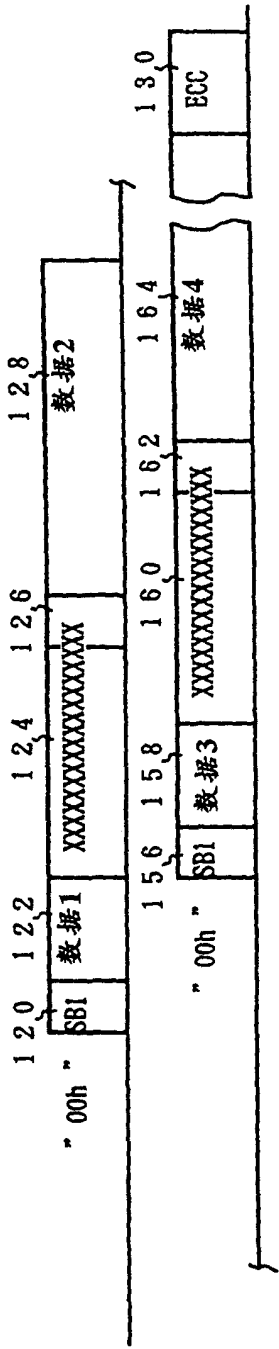


图 12C
正常时的读数据

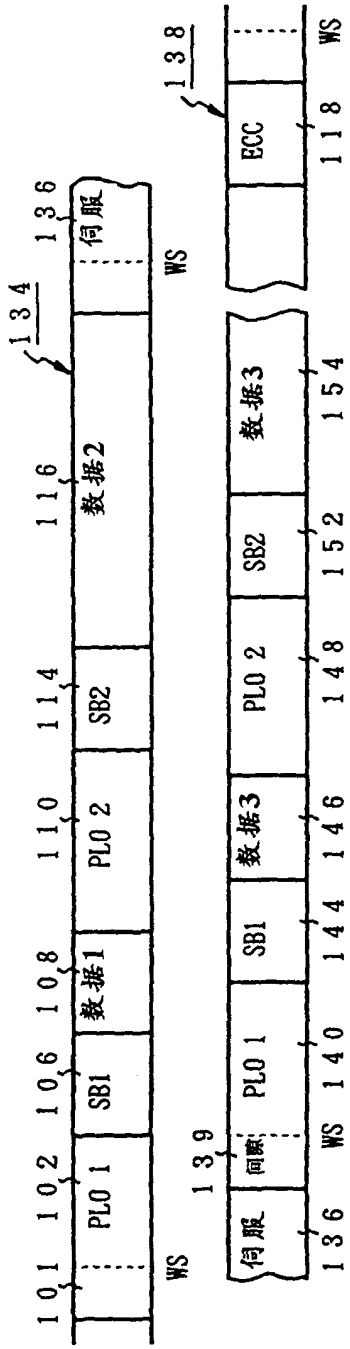


图 13A

介质数据
分离·格式

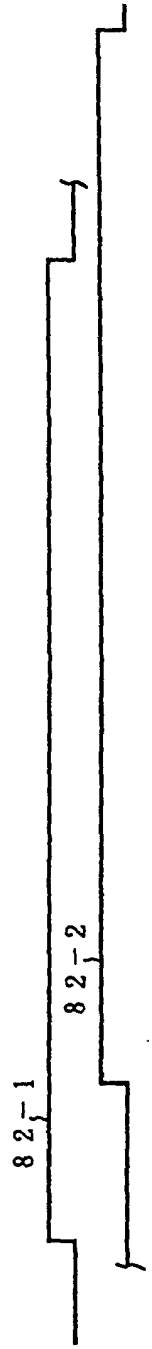


图 13B

读门信号

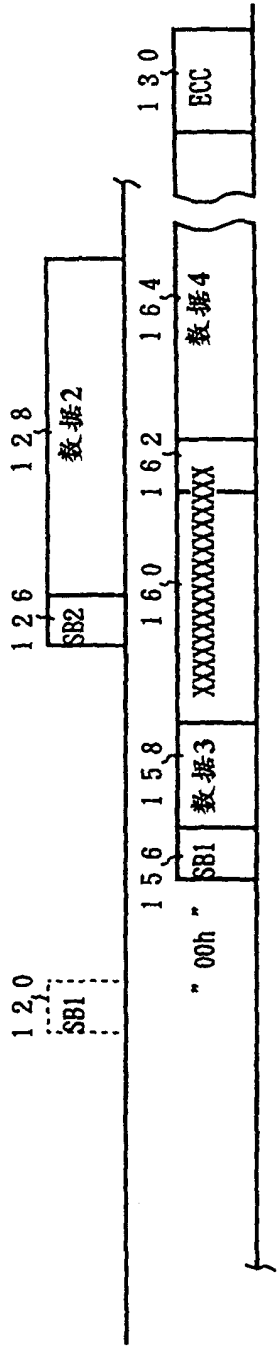


图 13C

第一段SB1
丢失时的
读数据

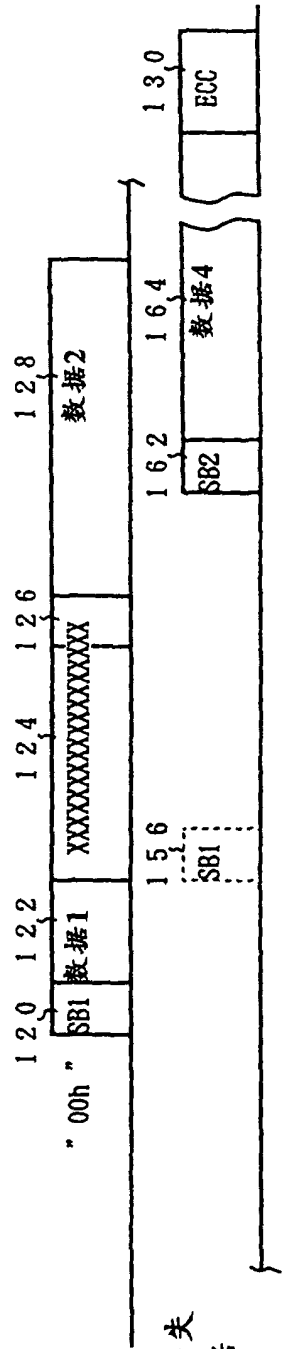


图 13D

第二段SB1丢失
时的读数据

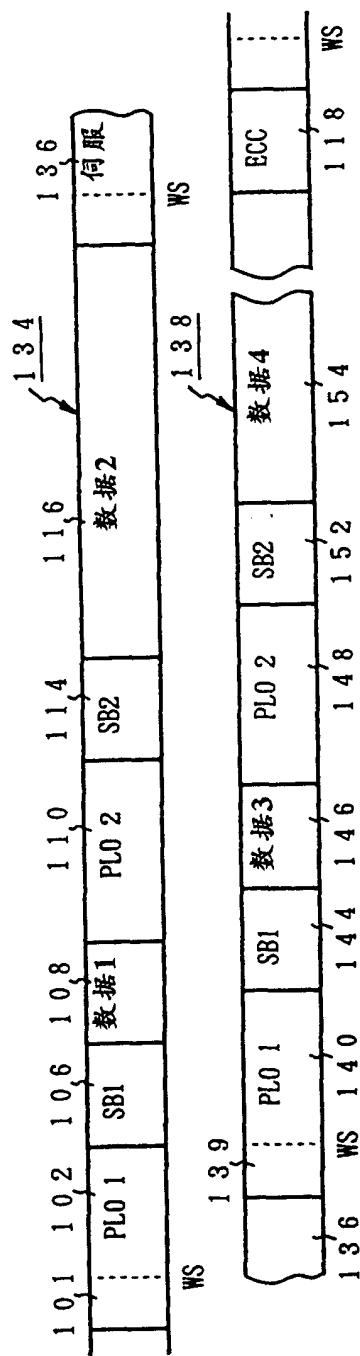


图 14A
介质数据
分离·格式

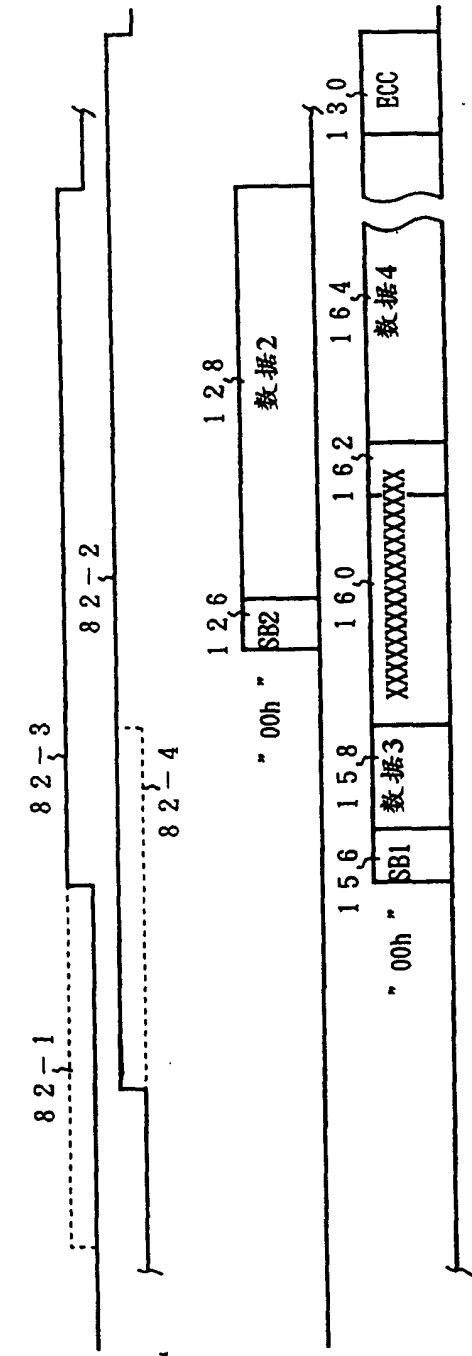
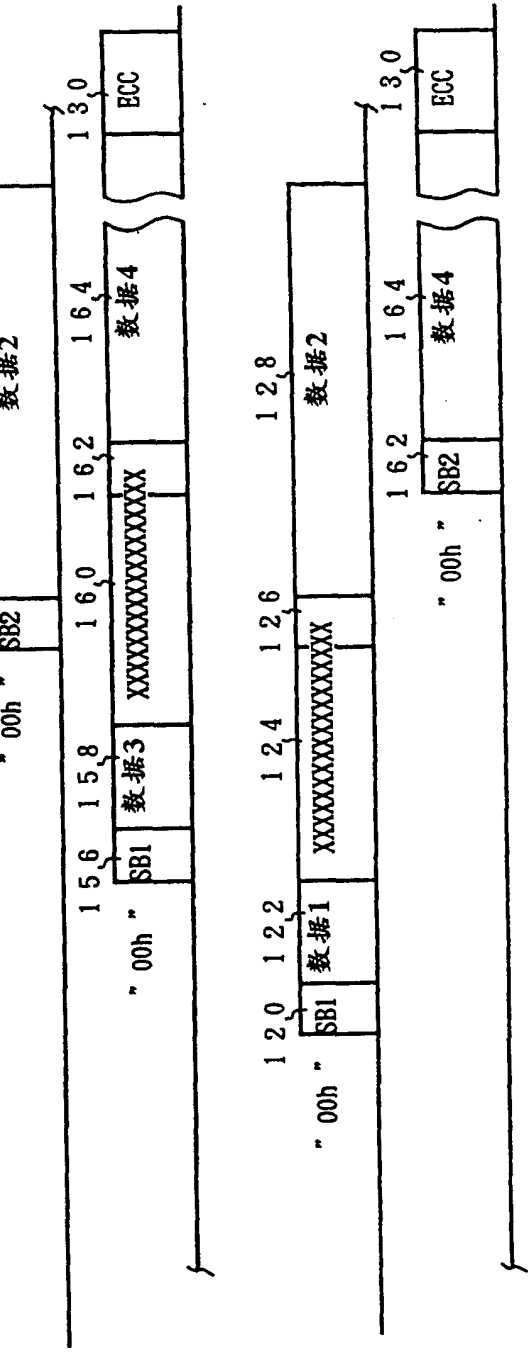


图 14B
由于丢失前
面的段SBI而重
试时的读门信号



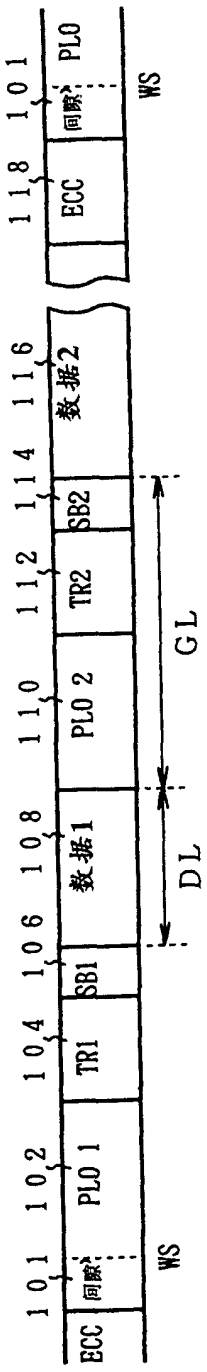


图 15A
介质数据
格式



图 15B
读门信号

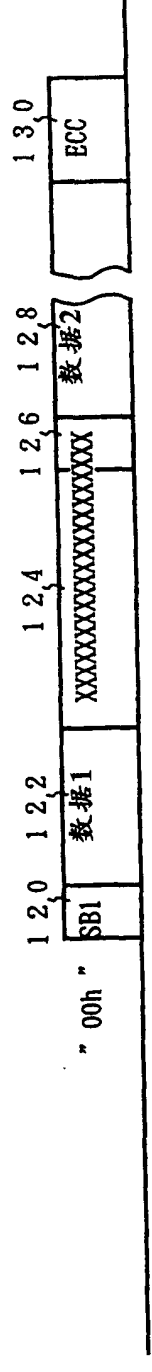


图 15C
正常时的
读数据



图 15D
SB1丢失时
的读门信号

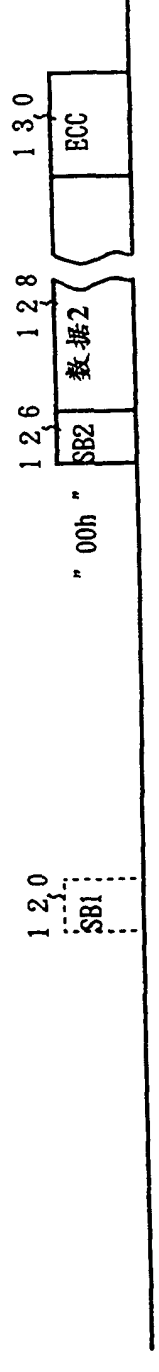


图 15E
SB1丢失时
的读数据

图 16A
介质数据格式

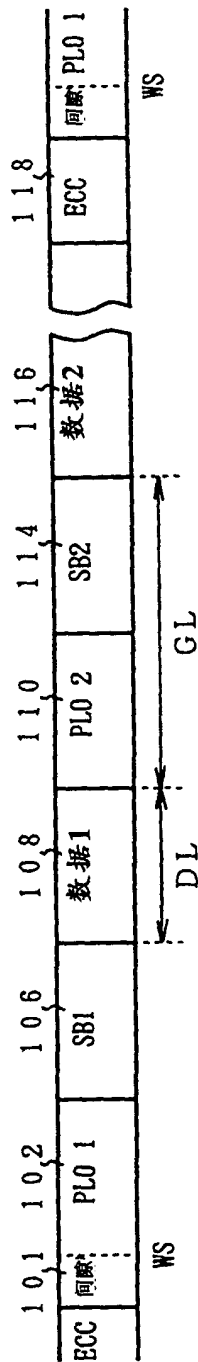


图 16B
读门信号



图 16C
正常时的读数据

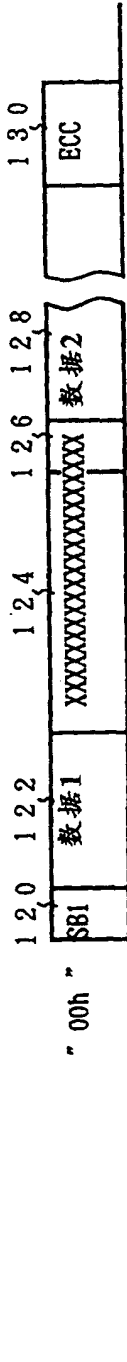


图 16D
SBI丢失时的读门信号

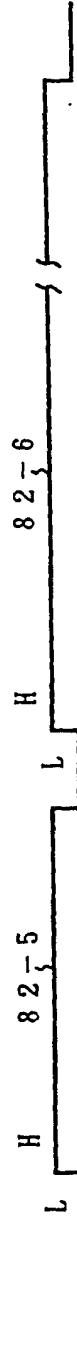


图 16E
SBI丢失时的读数据



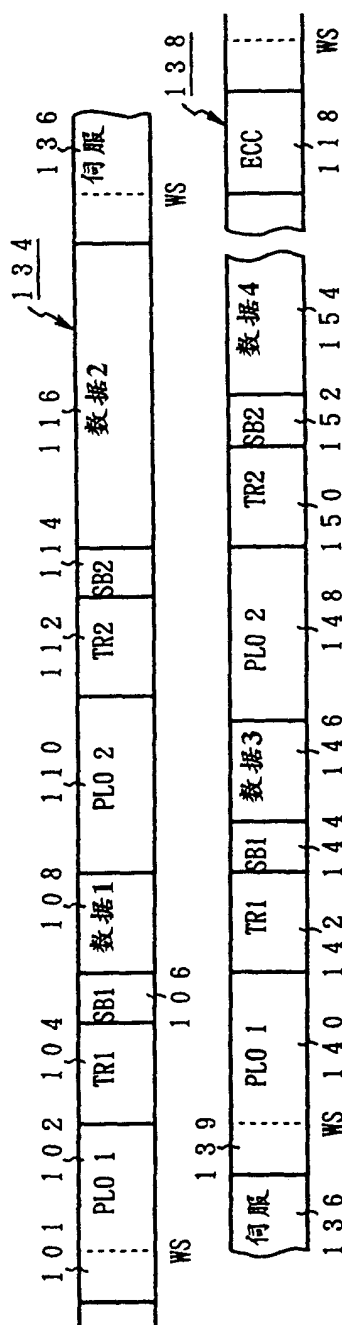


图 17A

介质数据
分离·格式

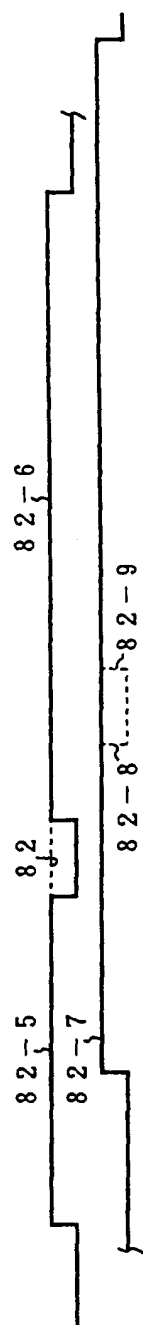
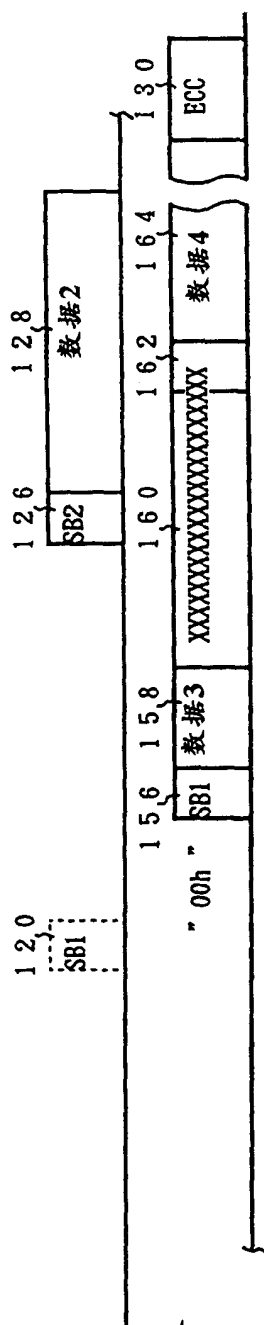


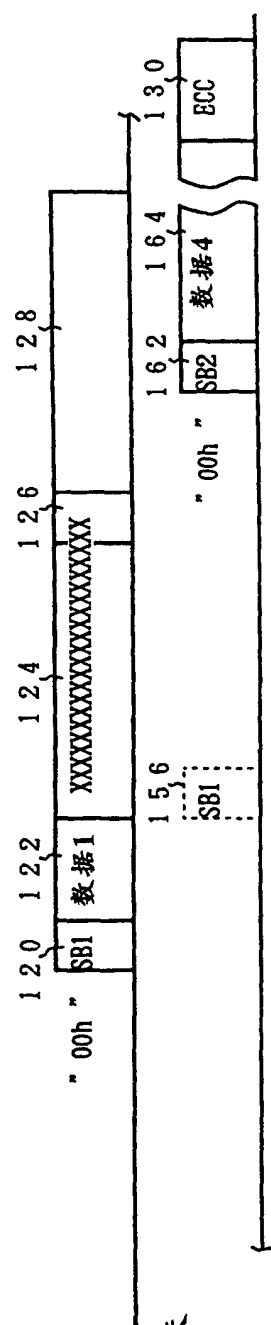
图 17B

读门信号



17C

第一段SB1丢失时的读数据



17D

第二段SB1丢失时的读数据

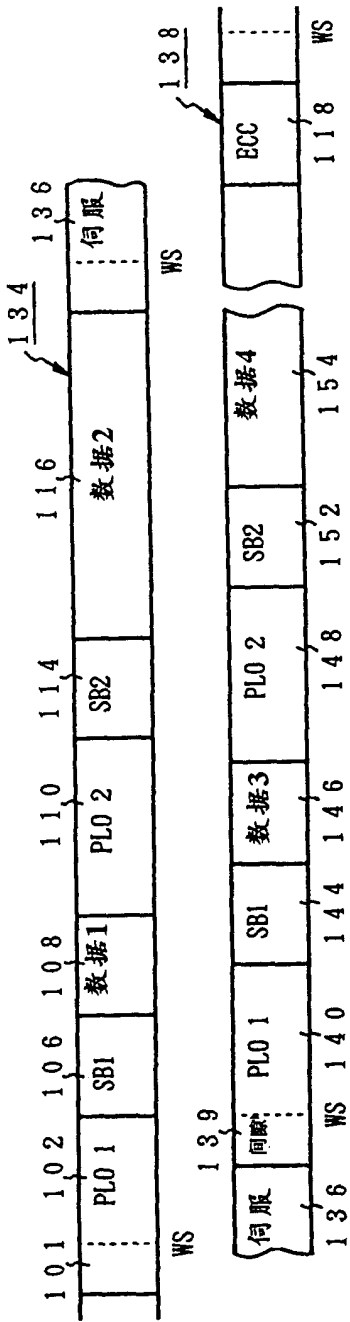


图 18A
介质数据
分离·格式

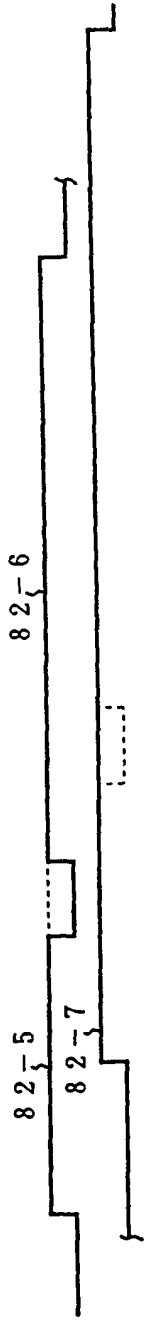


图 18B
读门信号

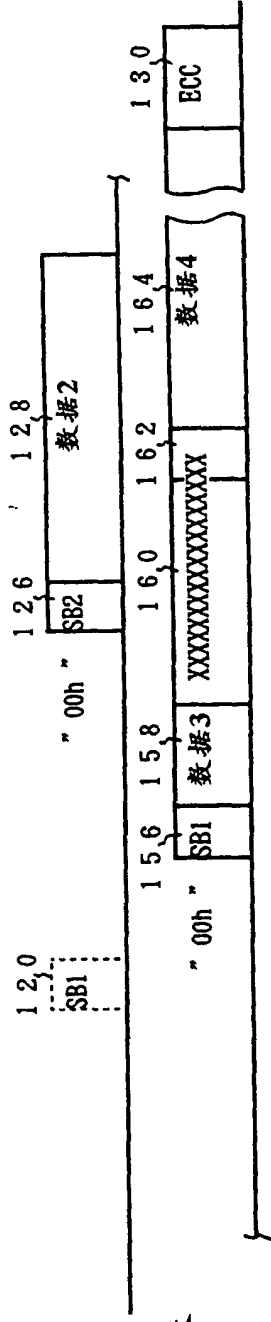


图 18C
第一段SBI丢失
时的读数据

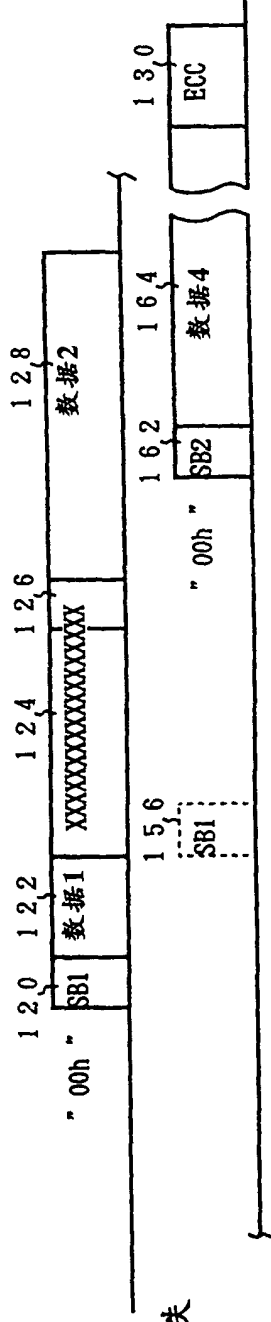
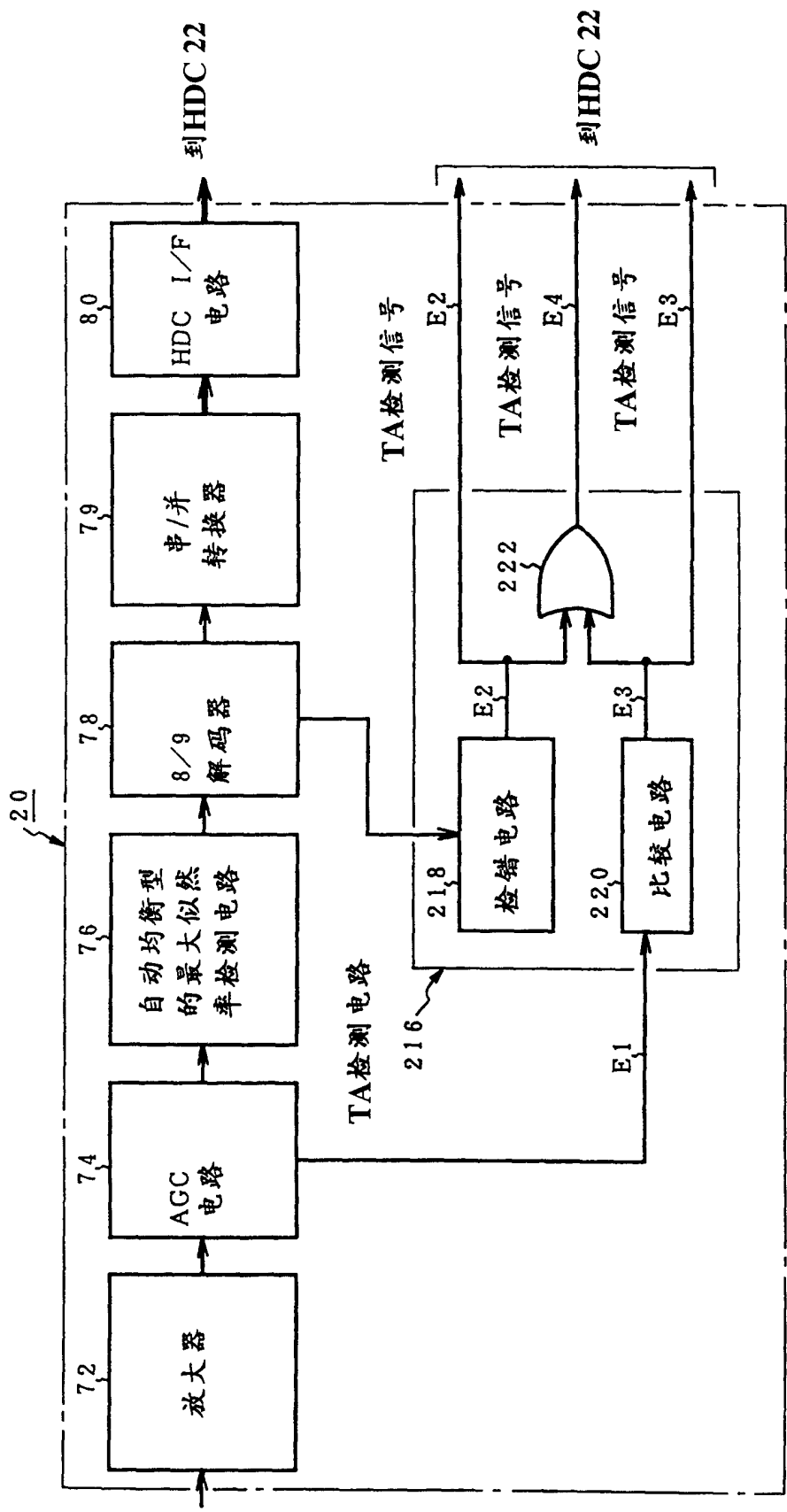
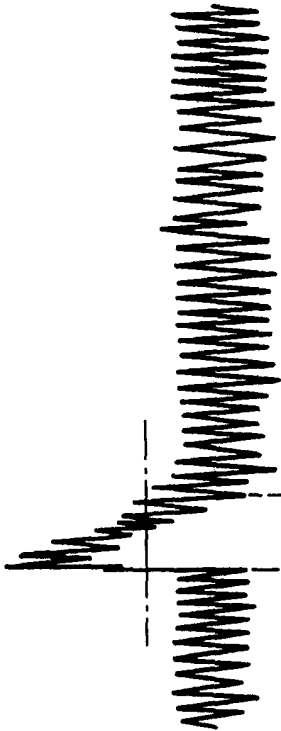


图 18D
第二段SBI丢失
时的读数据

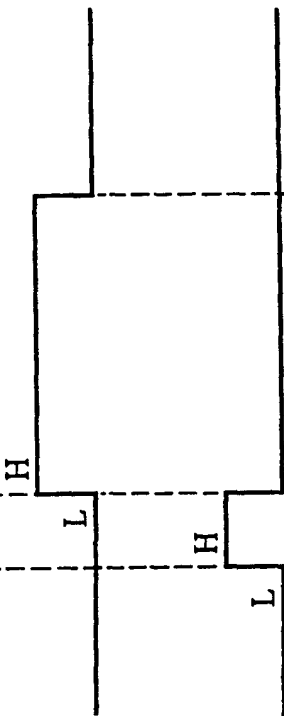
图 19



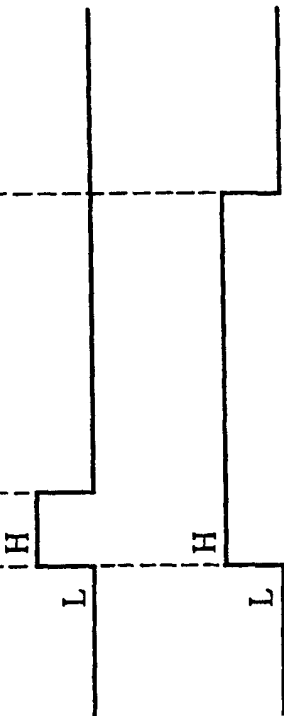
读信号E1



解码出错检测信号E2



比较输出信号E3



TA检测信号 E4



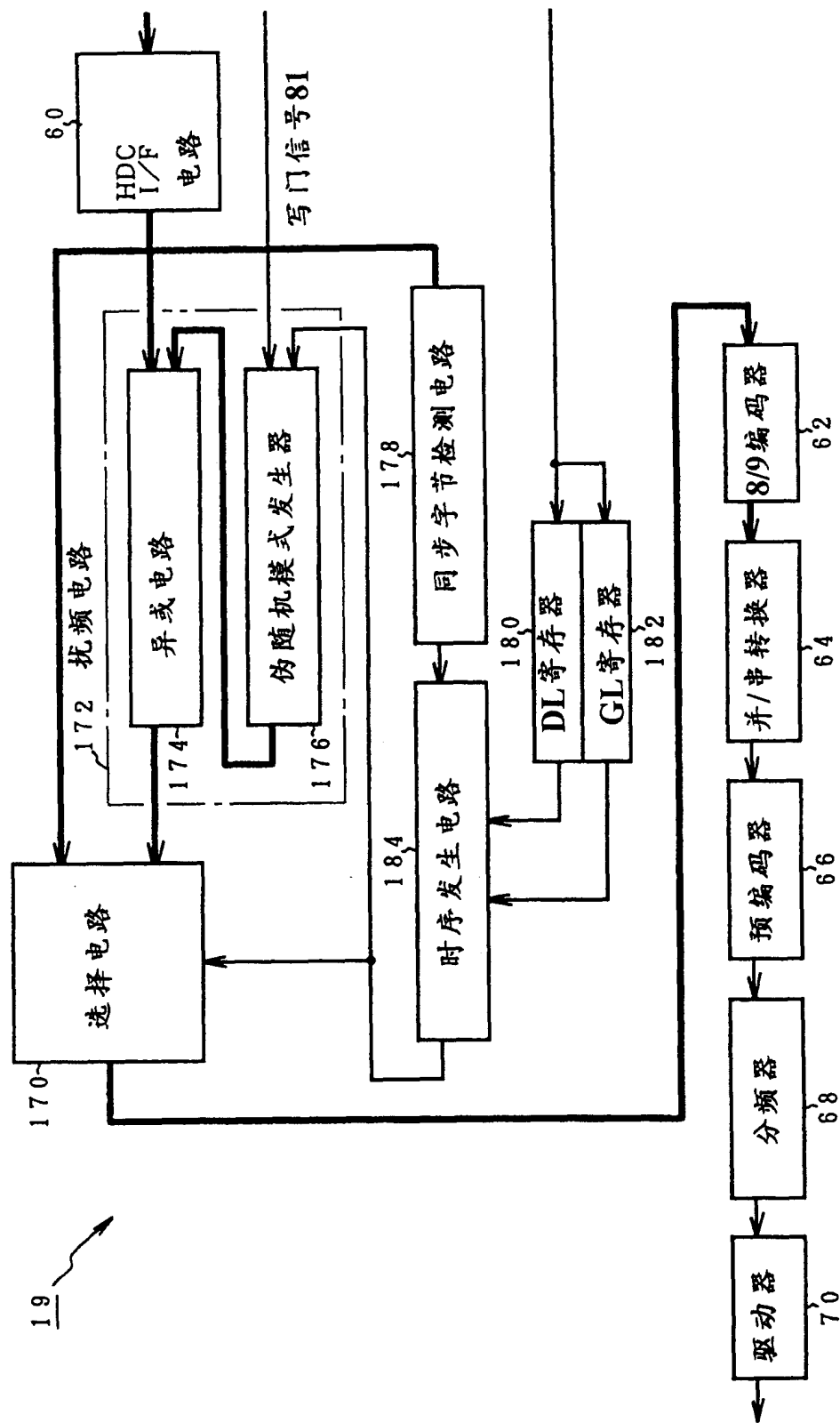
图 20A

图 20B

图 20C

图 20D

图 21



23

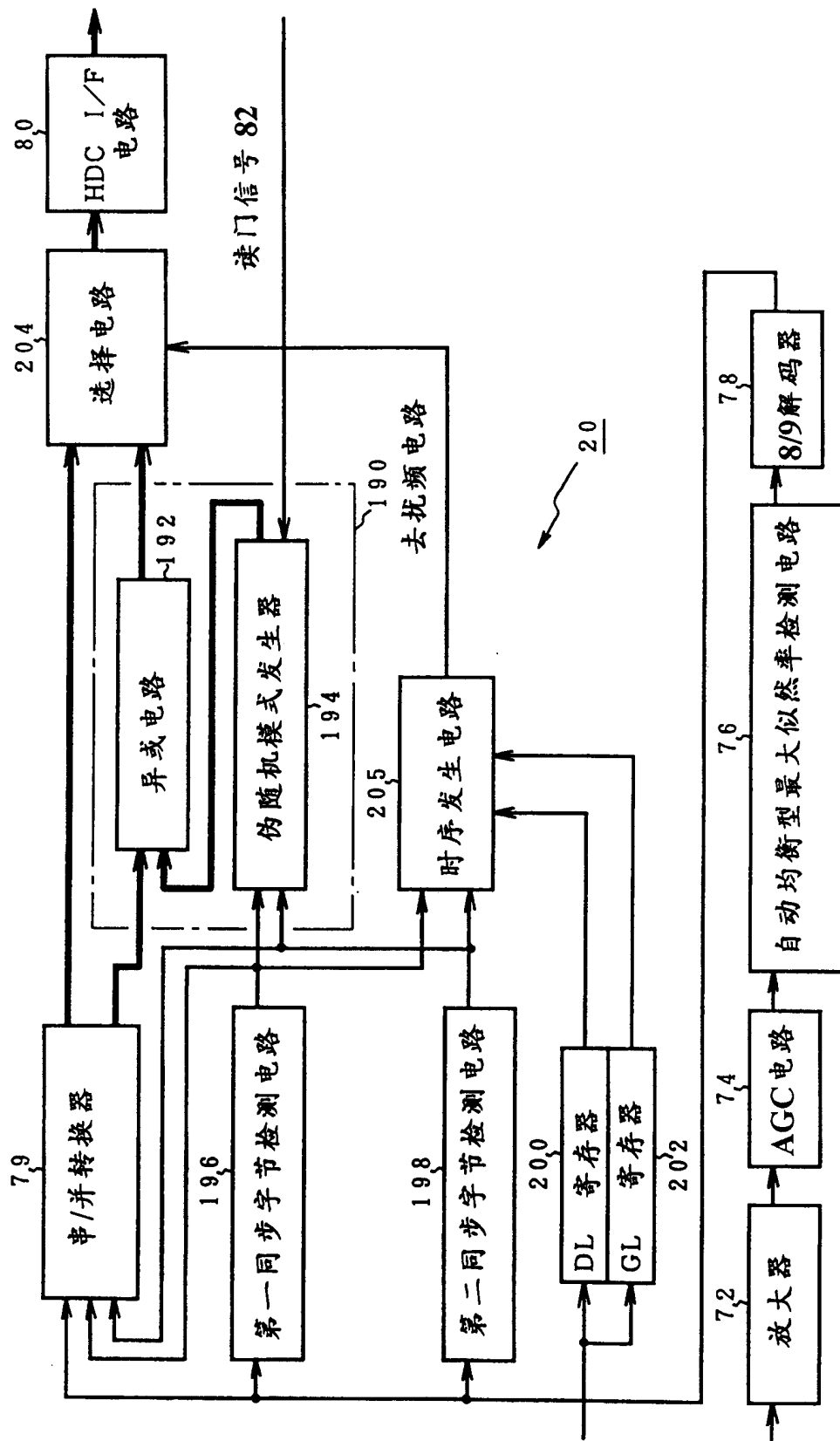


图 24A
介质数据格式

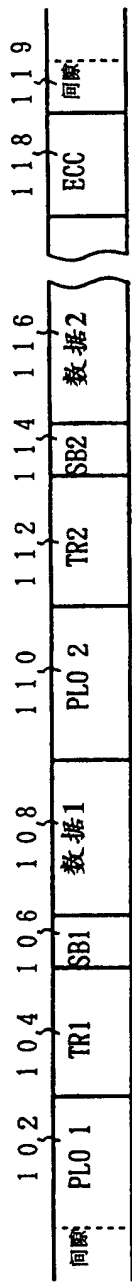


图 24B
读门信号



图 24C
SB检测信号



图 24D
时序信号

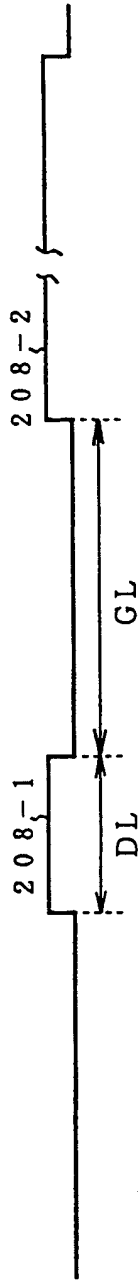
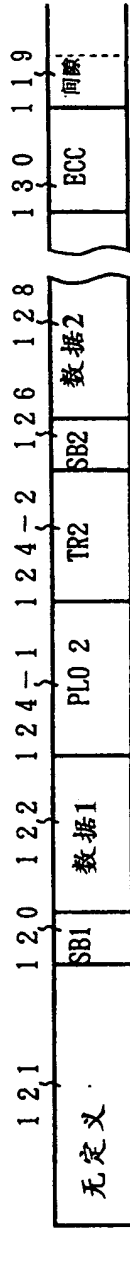


图 24E
去扰频信号



图 24F
读数据



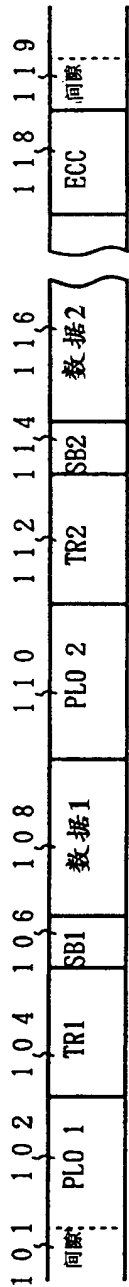


图 25A
介质数据格式

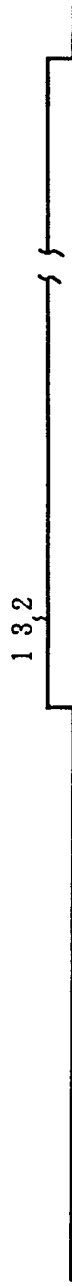


图 25B
读门信号



图 25C
SB检测信号



图 25D
去扰频信号

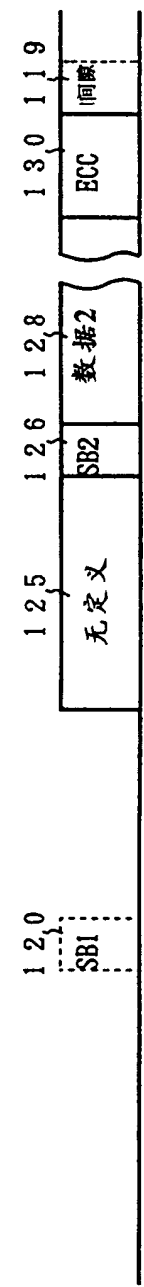


图 25E
读数据