

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00805674.9

[43] 公开日 2002 年 5 月 1 日

[11] 公开号 CN 1347553A

[22] 申请日 2000.5.11 [21] 申请号 00805674.9

[30] 优先权

[32] 1999.5.19 [33] JP [31] 138067/99

[32] 2000.3.17 [33] JP [31] 76514/00

[86] 国际申请 PCT/JP00/03036 2000.5.11

[87] 国际公布 WO00/72316 日 2000.11.30

[85] 进入国家阶段日期 2001.9.28

[71] 申请人 三菱化学株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 信国奈津子

堀江通和

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

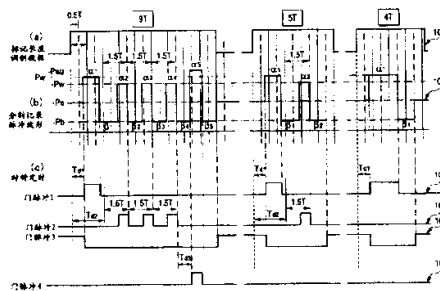
代理人 邹光新 张志醒

权利要求书 7 页 说明书 51 页 附图页数 27 页

[54] 发明名称 光记录方法和光记录介质

[57] 摘要

一种光记录方法,用于通过使用多个记录标记长度把标记长度调制信息记录到记录介质上。该光记录方法包括的步骤是:当一个记录标记的时间长度表示为 nT 时(T 是参考时钟周期,小于等于 25ns ,而 n 是一个大于等于 2 的自然数), (i) 把该记录标记的时间长度 nT 以下面的顺序分割成 $\eta_1 T, \alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_i T, \beta_i T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T, \eta_2 T$ (m 是脉冲分割数; $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) + \eta_1 + \eta_2 = n$; α_i ($1 \leq i \leq m$) 是大于 0 的实数; β_i ($1 \leq i \leq m-1$) 是大于 0 的实数; β_m 是大于等于 0 的实数;并且 η_1 是 $-2 \leq \eta_1 \leq 2$ 的实数,且 η_2 是 $-2 \leq \eta_2 \leq 2$ 的实数);在 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 的时间周期照射具有记录功率 P_{w_i} 的记录光;并且在 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 的时间周期照射具有偏置功率 P_{b_i} 的记录光,偏置功率 $P_{b_i} < P_{w_i}$ 且 $P_{b_i} < P_{w_{i+1}}$;并且 (ii) 根据记录标记的时间长度 nT 的 n 改变 $m, \alpha_i, \beta_i, \eta_1, \eta_2, P_{w_i}$ 和 P_{b_i} ;其中,对于至少一个记录标记的时间周期来说,脉冲分割数 m 大于等于 2,而对于所有记录标记的时间长度来说,它满足 $n/m \geq 1.25$ 。知识产权出版社出版



权 利 要 求 书

1. 一种光记录方法，通过把光照射到记录介质上，以多个记录标记长度来记录标记长度调制信息，该光记录方法包括的步骤是：

5 当一个记录标记的时间长度表示为 nT 时（ T 是参考时钟周期，小于等于 25ns ，而 n 是一个大于等于2的自然数），

把该记录标记的时间长度 nT 以下面的顺序分割成

$\eta_1T, \alpha_1T, \beta_1T, \alpha_2T, \beta_2T, \dots, \alpha_iT, \beta_iT, \dots, \alpha_mT, \beta_mT, \eta_2T$

10 （ m 是脉冲分割数； $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) + \eta_1 + \eta_2 = n$ ； α_i （ $1 \leq i \leq m$ ）是大于0的实数； β_i （ $1 \leq i \leq m-1$ ）是大于0的实数； β_m 是大于等于0的实数； η_1 和 η_2 是介于-2和2之间的实数）；

在 α_iT （ $1 \leq i \leq m$ ）的时间周期照射具有记录功率 Pw_i 的记录光；并且

在 β_iT （ $1 \leq i \leq m-1$ ）的时间周期照射具有偏置功率 Pb_i 的记录光，偏置功

15 率 $Pb_i < Pw_i$ 且 $Pb_i < Pw_{i+1}$ ；

其中，对于至少一个记录标记的时间周期来说，脉冲分割数 m 大于等于2，而对于所有记录标记的时间长度来说，它满足 $n/m \geq 1.25$ 。

2. 根据权利要求1的光记录方法，其中 β_i （ $1 \leq i \leq m-1$ ）介于0.5-2.5之间。

20 3. 根据权利要求1或2的光记录方法，其中对于所有记录标记的时间长度来说， α_iT （ $1 \leq i \leq m$ ）的平均值为3纳秒或更大， β_iT （ $1 \leq i \leq m-1$ ）的平均值为3纳秒或更大。

4. 根据权利要求1-3任意之一的光记录方法，其中对于所有记录标记的时间长度来说，对于每一个 i ， $\alpha_iT \geq 3$ 纳秒（ $1 \leq i \leq m$ ）且 $\beta_iT \geq 3$ 纳秒（ $1 \leq i$
25 $\leq m-1$ ）。

5. 根据权利要求1-4任意之一的光记录方法，其中对于所有记录标记的时间长度来说，满足 $n/m \geq 1.25$ 。

6. 根据权利要求1-5任意之一的光记录方法，其中 $\alpha_i + \beta_i$ （ $2 \leq i \leq m-1$ ）或 $\beta_{i-1} + \alpha_i$ （ $2 \leq i \leq m-1$ ）取值为1.5，2或2.5。

30 7. 根据权利要求1-5任意之一的光记录方法，其中对于具有不同 n 的至少

两个记录标记来说，相同的脉冲分割数 m 被使用，并且至少 α_i ($1 \leq i \leq m$)、 β_i ($1 \leq i \leq m$)、 η_1 、 η_2 、 Pw_i ($1 \leq i \leq m$) 和 Pb_i ($1 \leq i \leq m$) 之一与至少两个记录标记之任意一个彼此不同。

8. 根据权利要求7的光记录方法，其中

- 5 当标记长度表示为 $nT=2LT$ (L 是大于等于2的整数) 时，该标记被分割为 $m=L$ 个部分，并且记录脉冲部分 $\alpha_i T$ 和空闲脉冲部分 $\beta_i T$ 中的 α_i 和 β_i (这些可根据 L 值而变化) 定义如下：

$$\alpha_1 + \beta_1 = 2 + \delta_1$$

$$\alpha_i + \beta_i = 2 \quad (2 \leq i \leq m-1)$$

10 $\alpha_m + \beta_m = 2 + \delta_2$

(其中， δ_1 和 δ_2 是实数，它们分别满足 $-0.5 \leq \delta_1 \leq 0.5$ ， $-1 \leq \delta_2 \leq 1$ ；而且当 $L=2$ 时，只存在 α_1 ， β_1 ， α_m 和 β_m)；

当标记长度表示为 $nT=(2L+1)T$ 时，该标记被分割为 $m=L$ 个部分，并且记录脉冲部分 $\alpha_i' T$ 和空闲脉冲部分 $\beta_i' T$ 中的 α_i' 和 β_i' (这些可根据 L 值而变化) 定义如下：

- 15

$$\alpha_1' + \beta_1' = 2.5 + \delta_1'$$

$$\alpha_i' + \beta_i' = 2 \quad (2 \leq i \leq m-1)$$

$$\alpha_m' + \beta_m' = 2.5 + \delta_2'$$

(其中， δ_1' 和 δ_2' 是实数，它们分别满足 $-0.5 \leq \delta_1' \leq 0.5$ ， $-1 \leq \delta_2' \leq 1$ ；

- 20 而且当 $L=2$ 时，只存在 α_1' ， β_1' ， α_m' 和 β_m')；并且

α_1 、 β_1 、 α_m 、 β_m 、 α_1' 、 β_1' 、 α_m' 和 β_m' 满足下面的等式

$$\alpha_1 + \beta_1 + \alpha_m + \beta_m + \Delta = \alpha_1' + \beta_1' + \alpha_m' + \beta_m'$$

(式中， $\Delta=0.8-1.2$)。

9. 根据权利要求8的光记录方法，其中 α_1 、 β_1 、 α_1' 和 β_1' 满足下面的公
25 式：

$$\alpha_1 + \beta_1 + \Delta_1 = \alpha_1' + \beta_1'$$

(式中， $\Delta_1=0.4-0.6$)。

10. 根据权利要求7的光记录方法，其中

- 30 当标记长度表示为 $nT=2LT$ (L 是大于等于2的整数) 时，该标记被分割为分割数 $m=L$ 个部分，并且记录脉冲部分 $\alpha_i T$ 和空闲脉冲部分 $\beta_i T$ 中的 α_i 和 β_i



(这些可根据L值而变化) 定义如下:

$$T_{d1} + \alpha_1 = 2 + \varepsilon_1$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (2 \leq i \leq m)$$

5 当标记长度表示为 $nT = (2L+1)T$ 时, 该标记被分割为分割数 $m=L$ 个部分, 并且记录脉冲部分 $\alpha_i'T$ 和空闲脉冲部分 $\beta_i'T$ 中的 α_i' 和 β_i' (这些可根据L值而变化) 定义如下:

$$T_{d1}' + \alpha_1' = 2 + \varepsilon_1'$$

$$\beta_1' + \alpha_2' = 2.5 + \varepsilon_2'$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (3 \leq i \leq m-1)$$

10 $\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.5 + \varepsilon_3'$

(其中当 $L=2$ 时, $\beta_1' + \alpha_2' = 2.5 + \varepsilon_2'$ 或 $\beta_1' + \alpha_2' = 3 + \varepsilon_2'$; T_{d1} 和 T_{d1}' 是介于-2和2之间的几乎恒定的实数, 它与L值无关; 并且 ε_1 、 ε_1' 、 ε_2' 和 ε_3' 为介于-1和1之间的实数); 并且

β_1 、 α_2 、 β_{m-1} 、 α_m 、 β_1' 、 α_2' 、 β_{m-1}' 和 α_m' 满足下面的等式

15 $\beta_1 + \alpha_2 + \beta_{m-1} + \alpha_m + \Delta_2 = \beta_1' + \alpha_2' + \beta_{m-1}' + \alpha_m'$

(式中, $\Delta_2 = 0.8-1.2$)。

11. 根据权利要求10的光记录方法, 其中当L大于等于3时, $\beta_i' = \beta_1' +$ 大约0.5, $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} +$ 大约0.5, $\alpha_1 = 0.8\alpha_1' - 1.2\alpha_1'$, $\alpha_m = 0.8\alpha_m' - 1.2\alpha_m'$, 而且 $\beta_m = 0.8\beta_m' - 1.2\beta_m'$ 。

20 12. 根据权利要求8-11任意之一的光记录方法, 其中在记录标记长度 $nT = 2T$ 或 $3T$ 的标记时, 该标记被分割为分割数 $m=1$ 个部分。

13. 根据权利要求8-11任意之一的光记录方法, 其中当L大于3时, 对于 $2 \leq i \leq m-1$ 来说, α_i 保持恒定为 $\alpha_i = \alpha_c$, 并且 α_i' 保持恒定为 $\alpha_i' = \alpha_c'$ 。

25 14. 根据权利要求13的光记录方法, 其中当L大于3时, α_c 和 α_c' 为常数, 与L无关。

15. 根据权利要求13或14的光记录方法, 其中当L大于3时, $\alpha_c = \alpha_c'$ 。

16. 根据权利要求8-15任意之一的光记录方法, 其中当L大于3时, T_{d1} 、 T_{d1}' 、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 之每一个均取常数值。

30 17. 根据权利要求8-15任意之一的光记录方法, 其中当L大于3时, α_m 、 α_m' 、 β_m 、 β_m' 之每一个均取常数值。



18. 根据权利要求8-17任意之一的光记录方法，其中通过使用周期为T的第一参考时钟1以及相对于第一参考时钟偏移0.5的周期为T的第二参考时钟2， α_i ($1 \leq i \leq m$) 与通过对参考时钟1分频而产生的周期为2T的参考时钟3同步产生，并且 α_i' ($2 \leq i \leq m-1$) 与通过对参考时钟2分频而产生的周期为2T的参考时钟4同步产生。

19. 根据权利要求8的光记录方法，其中

对于所有L来说，相对于要记录的标记长度前端的延迟时间 T_{dl} 在记录脉冲 $\alpha_i T$ 和 $\alpha_i' T$ 的前沿提供；

产生与在记录轨迹的预定位置形成的时钟标记相对应的参考时间 T_{sync} ；

10 通过把参考时间 T_{sync} 作为起始点来产生与每个标记长度和空白相对应的调制信号；

产生四个参考时钟，这四个参考时钟是：一个2T-周期的参考时钟1a，它相对于作为起始点的参考时间 T_{sync} 滞后延迟时间 T_{dl} 产生；一个2T-周期的参考时钟2a，它相对于参考时钟1a超前0.5T；一个2T-周期的参考时钟1b，它相对于参考时钟1a超前1T；和一个2T-周期的参考时钟2b，它相对于参考时钟1a超前1.5T；

当记录 $nT = 2LT$ 的标记时，与参考时钟1a或1b之任意一个同步产生门脉冲组G1a、G1b，这两个脉冲组与 $\alpha_i T$ 、 $\alpha_i' T$ ($2 \leq i \leq m-1$) 和 $\alpha_m T$ 部分的定时相对应；

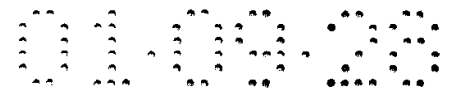
20 当记录 $nT = (2L+1) T$ 的标记时，与参考时钟2a或2b之任意一个同步产生门脉冲组G2a、G2b，这两个脉冲组与 $\alpha_i T$ 、 $\alpha_i' T$ ($2 \leq i \leq m-1$) 和 $\alpha_m T$ 部分的定时相对应；

当n为偶数时，产生 $\Sigma (\alpha_i + \beta_i) T$ 的门脉冲G3，它具有相对于用作参考的nT标记前端的延迟时间 T_{dl} ；

25 当n为奇数时，产生 $\Sigma (\alpha_i' + \beta_i')$ T的门脉冲G4，它具有相对于用作参考的nT标记前端的延迟时间 T_{dl}' ；

从作为起始点的参考时间 T_{sync} 到nT标记前端所经过的时间按参考时钟T计数；

30 当经过的时间是偶数个参考时钟T时，根据n是偶数还是奇数来选择门信号组G1a或G2b；



当经过的时间是奇数个参考时钟 T 时，根据 n 是偶数还是奇数来选择门信号组 $G1b$ 或 $G2a$ ；

在 $G3$ 和 $G4$ 均空闲 (off) 时，照射具有擦除功率 P_e 的记录光；

在 $G3$ 或 $G4$ 工作 (on) 时，照射具有偏置功率 P_b 的记录光；

5 在 $G3$ 和 $G1a$ 同时工作时，通过响应 $G1a$ 工作部分照射具有记录功率 P_w 的记录光；

在 $G3$ 和 $G1b$ 同时工作时，通过响应 $G1b$ 工作部分照射具有记录功率 P_w 的记录光；

10 在 $G4$ 和 $G2a$ 同时工作时，通过响应 $G2a$ 工作部分照射具有记录功率 P_w 的记录光；并且

在 $G4$ 和 $G2b$ 同时工作时，通过响应 $G2b$ 工作部分照射具有记录功率 P_w 的记录光。

20. 根据权利要求10的光记录方法，其中

15 对于所有 L 来说，相对于要记录的标记长度前端的延迟时间 T_{d1} 或 T_{d1}' 在记录脉冲 $\alpha_i T$ 和 $\alpha_i' T$ 的前沿提供；

产生与在记录轨迹的预定位置形成的时钟标记相对应的参考时间 T_{sync} ；

通过把参考时间 T_{sync} 作为起始点来产生与每个标记长度和空白相对应的调制信号；

20 产生四个参考时钟，这四个参考时钟是：一个 $2T$ -周期的参考时钟1a，它通过作为起始点的参考时间 T_{sync} 产生；一个 $2T$ -周期的参考时钟2a，它相对于参考时钟1a超前 $0.5T$ ；一个 $2T$ -周期的参考时钟1b，它相对于参考时钟1a超前 $1T$ ；和一个 $2T$ -周期的参考时钟2b，它相对于参考时钟1a超前 $1.5T$ ；

25 当记录 $nT=2LT$ 的标记时，与参考时钟1a或1b之任意一个同步产生门脉冲组 $G1a$ 、 $G1b$ ，这两个脉冲组与 $\alpha_i T$ 、 $\alpha_i' T$ ($2 \leq i \leq m-1$) 和 $\alpha_m T$ 部分的定时相对应；

当记录 $nT=(2L+1)T$ 的标记时，与参考时钟2a或2b之任意一个同步产生门脉冲组 $G2a$ 、 $G2b$ ，这两个脉冲组与 $\alpha_i' T$ 、 $\alpha_i T$ ($2 \leq i \leq m-1$) 和 $\alpha_m' T$ 部分的定时相对应；

30 当 n 为偶数时，产生 $\Sigma(\alpha_i + \beta_i) T$ 的门脉冲 $G3$ ，它具有相对于用作参考的 nT 标记前端的延迟时间 T_{d1} ；



当 n 为奇数时，产生 $\Sigma (\alpha_i' + \beta_i')$ T 的门脉冲 $G4$ ，它具有相对于用作参考的 nT 标记前端的延迟时间 T_{dl} '；

从作为起始点的参考时间 T_{sync} 到 nT 标记前端所经过的时间按参考时钟 T 计数；

5 当经过的时间是偶数个参考时钟 T 时，根据 n 是偶数还是奇数来选择门信号组 $G1a$ 或 $G2b$ ；

当经过的时间是奇数个参考时钟 T 时，根据 n 是偶数还是奇数来选择门信号组 $G1b$ 或 $G2a$ ；

在 $G3$ 和 $G4$ 均空闲 (off) 时，照射具有擦除功率 P_e 的记录光；

10 在 $G3$ 或 $G4$ 工作 (on) 时，照射具有偏置功率 P_b 的记录光；

在 $G3$ 和 $G1a$ 同时工作时，通过响应 $G1a$ 工作部分照射具有记录功率 P_w 的记录光；

在 $G3$ 和 $G1b$ 同时工作时，通过响应 $G1b$ 工作部分照射具有记录功率 P_w 的记录光；

15 在 $G4$ 和 $G2a$ 同时工作时，通过响应 $G2a$ 工作部分照射具有记录功率 P_w 的记录光；并且

在 $G4$ 和 $G2b$ 同时工作时，通过响应 $G2b$ 工作部分照射具有记录功率 P_w 的记录光。

21. 根据权利要求8的光记录方法，其中当通过使用多个线速度 v 同时保持
20 $v \times T$ 恒定而在同样的记录介质上执行标记长度调制方案的记录时，

当 L 等于或大于2时，在 $2 \leq i \leq m-1$ 时的 $(\alpha_i + \beta_i) T$ 和 $(\alpha_i' + \beta_i') T$ 的周期保持恒定，它与线速度无关，每个 i 的 P_{w_i} 、 P_{b_i} 和 P_e 接近恒定而与线速度无关，并且 α_i 和 α_i' ($2 \leq i \leq m$) 随着线速度的下降而下降。

22. 根据权利要求10的光记录方法，其中当通过使用多个线速度 v 同时保持
25 $v \times T$ 恒定而在同样的记录介质上执行标记长度调制方案的记录时，

当 L 等于或大于2时，在 $2 \leq i \leq m$ 时的 $(\beta_{i-1} + \alpha_i) T$ 和 $(\beta_{i-1}' + \alpha_i') T$ 的周期保持恒定，它与线速度无关，每个 i 的 P_{w_i} 、 P_{b_i} 和 P_e 接近恒定而与线速度无关，并且 α_i 和 α_i' ($2 \leq i \leq m$) 随着线速度的下降而下降。

23. 根据权利要求21或22的光记录方法，其中 $\alpha_i T$ 和 $\alpha_i' T$ ($2 \leq i \leq m-1$)
30 与线速度无关而接近恒定。

24. 根据权利要求1-23任意之一的光记录方法, 其中 $Pb_i \leq Pe \leq Pw_i$ ($1 \leq i \leq m$) 的擦除功率 Pe 在空白的时间长度照射。

25. 根据权利要求1-24任意之一的光记录方法, 其中该记录介质是相变类光记录介质, 在其中, 晶体状态被用作未记录/擦除状态, 非晶态被用作记录标
5 记。

26. 根据权利要求1-25任意之一的光记录方法, 其中对于所有记录标记的时间长度来说, 满足 $4 \geq n/m \geq 1.5$, $\sum_i (\alpha_i) \leq 0.6n$ 并且 $Pb_i/Pe \leq 0.2$ 。

27. 根据权利要求1-26任意之一的光记录方法, 其中记录期间的线速度为10m/s或更高, 最小标记长度小于 $0.8\mu\text{m}$ 。

10 28. 根据权利要求1-27任意之一的光记录方法, 其中记录光的波长小于 500nm , 用于聚焦记录光的透镜的数值孔径大于等于0.6, 并且最小标记长度小于 $0.3\mu\text{m}$ 。

29. 根据权利要求1-28任意之一的光记录方法, 其中标记长度调制方案是8-16调制方案或(1, 7)-RLL-NRZI调制方案。

15 30. 根据权利要求1-29任意之一的光记录方法, 其中标记长度调制方案是EFM调制方案, 在其中, 通过在记录期间把线速度设置为 1.2m/s - 1.4m/s 的CD参考线速度的10倍或更多倍并同时保持记录线密度恒定来执行记录。

20 31. 根据权利要求1-30任意之一的光记录方法, 其中标记长度调制方案是EFM调制方案, 在其中, 通过在记录期间把线速度设置为 3.49m/s 的DVD参考线速度的两倍或更多倍并同时保持记录线密度恒定来执行记录。

25 32. 在权利要求1-31任意之一中要求保护的光记录方法所记录的相变类光记录介质, 该相变类光记录介质的记录层由 $M_z\text{Ge}_y(\text{Sb}_x\text{Te}_{1-x})_{1-y-z}$ 合金组成(其中 $0 \leq z \leq 0.1$, $0 < y \leq 0.3$, $0.8 \leq x$; 而且M至少是以下元素之一, 这些元素是In, Ga, Si, Sn, Pb, Pd, Pt, Zn, Au, Ag, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Co, Mo, Mn, Bi, O, N和S)。



说明书

光记录方法和光记录介质

5 技术领域

本发明涉及一种光记录方法和一种光记录介质。

背景技术

近年来，随着信息量的增加，对能够高速度高密度写入和检索大量数据的记录介质的需求也在不断增加。现在越来越期望光盘能满足这种要求。

- 10 光盘分两类：只允许用户记录数据一次的一次写入式光盘，以及允许用户根据其需要多次记录和擦除数据的可重写光盘。可重写光盘的例子包括利用磁光效应的磁光盘以及利用使可逆晶体状态改变来改变反射率的相变类记录介质。

- 15 录写光盘的原理就是把记录功率（recording power）加到记录层上以把该记录层的温度提高到或高于一个预定临界温度，从而引起物理或化学变化来进行数据记录。该原理适用于以下的所有介质：利用形成凹坑或变形的一次写入式介质、利用在居里点附近磁反转的磁光介质、以及利用记录层的非晶态与晶体状态间的相变的相变介质。

- 20 另外，利用相变记录介质的一束光重写（1-beam overwrite）能力（擦除与写入同时进行）已经开发了与CD和DVD（可重写CD和CD-RW）及可重写DVD兼容的可重写紧致盘。

近年来的所有这些光记录介质几乎都采用了一种标记（mark）长度记录法，该方法适合于提高记录密度。

- 25 标记长度记录是一种既改变标记长度又改变空白（space）长度来记录数据的方法。与仅仅改变空白长度的标记位置记录法相比，该方法更适于提高记录密度，可把记录密度提高1.5倍。但是，为了准确检索数据则需要严格检测标记的时间长度，因而需要准确控制标记边缘的形状。另一个困难就是需要形成从长标记到短标记的多种不同长度的标记。

- 30 在下面的描述中，标记的空间长度被称为标记长度，标记的时间长度被称为标记时间长度。在参考时钟周期确定以后，标记长度与标记时间长度一一对



应。

在标记长度记录中，当写入一个 nT 标记（标记时间长度为 nT 的一个标记，其中 T 是数据的参考时钟周期， n 是一个自然数）时，仅仅照射时间长度为 nT 或长度被精确调节的方波的记录功率将会在每个标记的前后端产生不同的温度分布，进而特别使后端部分积热而加宽，从而形成几何形状不对称的标记。这会增加准确控制标记长度并消除标记边缘差异的难度。

为了使从短标记到长标记的标记形状一致，已经采取了各种措施，如分割记录脉冲以及使用空闲（off）脉冲。例如，在相变介质中采用以下的技术。

也就是分割记录脉冲来调节非晶态标记的几何形状（JP-A 62-259229，JP-A 63-266632）。这种方法还被用在不重写的一次写入式介质中。另外，空闲脉冲作为一种标记形状补偿措施也被广泛地采用（JP-A 63-22439等）。

其它被推荐使用的方法包括：仔细地使记录脉冲的后沿减弱以便调节标记长度和标记时间长度的方法（JP-A 7-37252）；变换记录脉冲照射时间的方法（JP-A 8-287465）；在多脉冲记录方法中区分在标记写操作期间与在空白写操作期间的偏置功率值的方法（JP-A 7-37251）；以及根据线速度控制冷却时间的方法（JP-A 97176）。

基于上述脉冲分割法的记录方法也被用在磁光记录介质和一次写入式光记录介质中。在磁光及一次写入式介质中，这种方法的目的就是防止局部加热。在相变介质中，这种方法还具有防止再结晶的作用。

标记长度调制记录的常见例子包括：使用EFM（8-14调制）的CD兼容介质、使用作为8-16调制变型的EFM+调制的DVD兼容介质、以及使用（1，7）-RLL-NRZI（行程长度受限不归零码反转）调制的磁光记录介质。EFM调制提供3T-11T的标记；EFM+调制提供3T-14T的标记；而（1，7）-RLL-NRZI调制提供2T-8T的标记。当然，EFM+调制和（1，7）-RLL-NRZI调制被认为是用于高密度标记长度调制记录的调制方法。

作为用于诸如CD这样的标记长度调制记录介质的记录脉冲分割方案，以下的方法被广泛使用。

即，当一个将被记录的标记具有时间长度 nT 时（ T 是参考时钟周期， n 是一个大于等于2的自然数），时间 $(n-1)T$ 被分成：

$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T$

(其中 $\sum \alpha_i + \sum \beta_i = n - \eta$; η 是一个从0至2的实数; m 是一个满足 $m = n - k$ 的数; 而 k 为1或2)。在作为记录脉冲部分的时间周期 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$), 照射的是记录功率为 P_w 的记录光。在作为空闲脉冲部分的时间周期 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m$), 照射的是具有小于 P_w 的偏置功率 P_b 的记录光。

5 图2是表示在这种记录方法中使用的记录光的功率模式的示意图。为了形成图2 (a) 所示长度的标记, 使用图2 (b) 所示的模式。为了使进行标记长度调制的标记形成 nT 的长度 (T 是参考时钟周期; n 是一个标记长度, 它是一个可在标记长度调制记录中使用的整数), $(n - \eta) T$ 被分成 $m = n - k$ (k 是1或2) 个记录脉冲 (在图2 (b) 的情况下, $k=1$ 和 $\eta=0.5$), 而且各个记录脉冲宽度被设置

10 为 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$), 它们每个之后都有空闲脉冲部分 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m$)。在记录期间的 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 部分, 照射记录功率为 P_w 的记录光, 而在 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 部分, 照射偏置功率 P_b ($P_b < P_w$)。此时, 为了确保在标记长度检测期间获得精确的 nT 标记, $\sum \alpha_i + \sum \beta_i$ 可设置为略微小于 n , 并进行以下的设置:

$\sum \alpha_i + \sum \beta_i = n - \eta$ (η 是一个实数, $0.0 \leq \eta \leq 2.0$)。

15 也就是说, 在传统技术中, 当照射用来形成 nT 标记的记录光被分割时, 记录脉冲被分成 m 段 ($m = n - k$, 其中 k 为1或2), m 通过 n 均匀地减去 k 来获得 (如JP-A 9-282661所述), 随后, 从记录脉冲的分割数 m 中减去一个预定的数以便精确控制标记时间长度 (以下把这种脉冲分割方案称作“ $n-k$ 分割”方案)。

20 通常, 参考时钟周期 T 随着密度或速度的增加而减小。例如, T 在以下的情况下减小。

(1) 当为了增加记录容量而提高记录密度时:

随着标记长度和标记时间长度的减小, 密度随之增加。在这种情况下需要增加时钟频率来减小参考时钟周期 T 。

25 (2) 当为了增加数据传送速率而提高记录线速度时:

在可记录CD和DVD的高速记录时, 通过增加时钟频率来减小参考时钟周期 T 。例如, 在诸如可重写致密盘这样的基于CD的介质中, 在1倍速操作期间 (线速度是1.2-1.4m/s) 的参考时钟周期 T 是231纳秒; 但在10倍速操作期间, 参考时钟周期 T 变得非常短, 为23.1纳秒。在基于DVD的介质中, 在1倍速操作

30 期间 (3.5m/s) 的参考时钟周期 T 是38.2纳秒, 而在2倍速操作期间则为19.1ns。

从(1)和(2)可以看出,在高数据传送速率的大容量光盘和CD及DVD中,参考时钟周期 T 非常短。因此,记录脉冲部分 $\alpha_i T$ 和空闲脉冲部分 $\beta_i T$ 也会变得非常短。在这种环境下会出现以下的问题。

(问题a)

- 5 记录脉冲部分 $\alpha_i T$ 相对于照射光尤其是激光的前/后沿速度来说太短以至于不能跟得上。上升时间指的是诸如激光这样的照射光的投射功率达到一个设定值所用的时间,下降时间指的是诸如激光这样的照射光的投射功率从该设定值下降到完全空闲电平所用的时间。目前,上升和下降时间分别需要至少2-3纳秒。因此,当脉冲宽度小于15ns时,光实际投射达到需要的功率所用的时间
- 10 是几纳秒。另外,当脉冲宽度小于五纳秒时,投射的功率在达到设定值之前下降,这样,记录层的温度不会充分升高,从而不能产生预定的标记尺寸。根据把光照射到衬底/薄膜表面的方法,或者根据其它记录方法,通过提高光源的波长并不能解决信号源和激光束的这些响应速度限制的问题。

(问题b)

- 15 当空闲脉冲部分 $\beta_i T$ 短时,记录介质没有足够的冷却时间,因此尽管提供了空闲脉冲部分,但空闲脉冲的功能(冷却速度控制功能)也不起作用,从而使热量累积在标记的后端,从而不可能形成正确的标记形状。这个问题会随着标记长度的增加而变得更严重。

这个问题将以相变介质为例进行解释。

- 20 目前可用的相变介质通常以晶体部分作为未记录状态或擦除状态,而非晶态部分作为记录状态。非晶态标记的形成涉及:把激光照射到记录层的微小区域上以熔化该微小部分并将其快速冷却,从而形成非晶态标记。例如,当通过使用如图3(a)所示的没有任何空闲脉冲部分的记录功率的矩形波形成成长标记(根据用于CD格式的EFM调制记录的长度大于 $5T$ 的标记)时,则形成如图3
- 25 (b)所示的后端窄的非晶态标记,并且观察到如图3(c)所示的失真的检索波形。这是因为,由于来自前部的热扩散,热量尤其会在长标记的后部累积,从而使后部熔化区增加,但冷却速度下降,这样显然会使熔化区在其凝固时再结晶。这种趋势会随着记录线速度的下降而变得明显,这是因为记录层的冷却速度会随着线速度的降低而变得更慢。

- 30 相反,如果在记录长标记时冷却速度快到了几乎可以忽略再结晶的程度,



则形成如图3 (d) 所示的后端较厚的非晶态标记, 从而产生如图3 (e) 所示的失真检索波形。下面解释这种情况。由于来自前部的热扩散, 热量尤其会在长标记的后部累积, 从而使后部熔化区增加, 并且熔化区的形状较精确地变形为非晶态标记的形状, 其原因是冷却速度在整个区域当中一直较高。

5 当在整个标记长度中没有分布和适当地使用多个空闲脉冲部分时, 如图3 (b) 和3 (d) 所示, 尽管程度不同, 但在该标记的某些地方再结晶会变得明显, 从而妨碍了非晶态长标记的良好成形并引起检索波形的失真。

插入空闲脉冲部分可以使范围从长标记前端到后端的记录层的温度相对于时间的变化明显, 从而防止标记由于记录期间的再结晶而引起的质量下降。

10 但是, 如上所述, 因为参考时钟周期 T 由于密度和速度的增加而变得更短, 所以即使以传统的方法提供空闲脉冲部分, 也难以实现快速冷却, 从而使标记的前半部分再结晶。

例如, 当时间长度为 $4T$ 的标记需记录在CD-RW这样的相变类可重写光盘上时, 通过传统的 $n-k$ 分割方案 ($k=1$), 可在形成非晶态标记的过程中用下面的脉冲照射:

$$\alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \alpha_3 T, \beta_3 T$$

在此, 标记的起始端通过施加记录脉冲 $\alpha_1 T$ 而熔化, 之后, 通过施加随后的记录脉冲 $\alpha_2 T, \alpha_3 T$ 而产生的热量向标记的前部传导。图4是标记起始端的温度随时间变化的示意图, 图4 (a) 表示线速度低的情况, 图4 (b) 表示线速度高的情况。在这两种情况之任意一种情况中, 可以观察到由于 $\alpha_1 T, \alpha_2 T, \alpha_3 T$ 产生的三个升温过程以及由于 $\beta_1 T, \beta_2 T, \beta_3 T$ 引起的三个冷却过程。

如图4 (a) 所示, 在低线速度的情况下, 在 $\beta_1 T, \beta_2 T$ 具有充分的冷却时间, 在它们每一个期间, 冷却层的温度可降至结晶温度以下。但在高线速度时, 如图4 (b) 所示, 由于参考时钟周期 T 与线速度呈反比减小, 所以由 $\alpha_1 T$ 熔化的记录层由下一个 $\alpha_2 T$ 紧接着由 $\alpha_3 T$ 加热, 而不会冷却到结晶温度范围以下。记录层停留在结晶温度范围内的时间在高线速度的 $T_4+T_5+T_6$ 要比在低线速度的 $T_1+T_2+T_3$ 长得多, 因此可以理解, 在线速度快时更可能出现再结晶。在组成物接近SbTe低共熔组成物的用作相变记录层的合金中, 晶体可能会在非晶态/晶体边界处生长, 因此, 再结晶容易在标记的外部区域出现。在这里, 低速指的是低于大约10倍速 (T =小于23.1纳秒), 高速指的是约为10倍速或



更高。

如上所述，在相变介质中，由于参考时钟周期T因为密度和速度的增加而变短，所以利用传统脉冲分割方案可能会出现再结晶，从而引起一个严重的问题，即在长标记中心部分不能产生所需程度的调制。

5 在非晶态标记记录在整个晶体区的相变介质中，尽管通常利用高线速度容易保证足够的冷却速度来形成非晶体，但结晶时间难以保证。因此，相变介质常常采用一种其成分易于结晶的记录层，即一种其成分易于再结晶的记录层。因此，重要的是增长空闲脉冲部分来提高冷却效果，但在高线速度期间，空闲脉冲部分反而会变短。

10 在为了增加相变介质的密度而通过减小激光源波长或增加数值孔径来减小光束直径的时候也会遇到类似的问题。举例来说，当波长为780nm且数值孔径NA=0.50的激光变成波长为400nm且数值孔径为0.65的激光时，光束直径几乎限制到了一半。此时，激光束的能量分布变陡，使得加热的部分容易冷却，从而容易形成非晶态标记。但这样会使记录层更难结晶。这种情况下必须提高冷
15 却效果。

本发明解决了上述问题。本发明的一个目的就是提供一种光记录方法和一种适用于该方法的光记录介质，即使在使用适于高密度记录和高速记录的短时钟周期进行标记长度记录时也能够以一种令人满意的方式执行记录。

本发明的公开

20 本发明的发明人已经认识到，上述目的可通过从传统分割数中减少脉冲分割方案中的分割数m来实现。

从一个方面来看，本发明提供了一种光记录方法，通过把光照射到记录介质上，以多个记录标记长度来记录标记长度调制的信息，该光记录方法包括的步骤是：

25 当一个记录标记的时间长度表示为nT时（T是参考时钟周期，小于等于25ns，而n是一个大于等于2的自然数），

把该记录标记的时间长度nT以下面的顺序分割成

$$\eta_1 T, \alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_i T, \beta_i T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T, \eta_2 T$$

30 (m是脉冲分割数； $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) + \eta_1 + \eta_2 = n$ ； $\alpha_i (1 \leq i \leq m)$ 是大于0

的实数； β_i ($1 \leq i \leq m-1$) 是大于0的实数； β_m 是大于等于0的实数； η_1 和 η_2 是介于-2和2之间的实数)；以及

在 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 的时间周期照射记录功率为 Pw_i 的记录光，并在 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m-1$) 的时间周期照射偏置功率为 Pb_i 的记录光，偏置功率 $Pb_i < Pw_i$ 且 $Pb_i < Pw_{i+1}$ ；

其中，对于至少一个记录标记的时间周期来说，脉冲分割数 m 大于等于2，而对于所有记录标记的时间长度来说，它满足 $n/m \geq 1.25$ 。

从另一个方面来看，本发明提供了一种通过该光记录方法记录的相变型光记录介质，该相变型光记录介质的记录层由 $M_z Ge_y (Sb_x Te_{1-x})_{1-y-z}$ 合金制成（其中 $0 \leq z \leq 0.1$, $0 \leq y \leq 0.3$, $0.8 \leq x$ ；而且 M 是以下元素的至少之一，这些元素是 In, Ga, Si, Sn, Pb, Pd, Pt, Zn, Au, Ag, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Co, Mo, Mn, Bi, O, N 和 S）。

附图简述

图1是表示一种根据本发明产生记录脉冲的典型记录脉冲分割方案和典型方法的说明图。

图2是表示传统记录脉冲分割方案的说明图。

图3是表示记录标记的形状以及相变光记录介质的反射率变化的示意图。

图4是在记录光照射到相变光记录介质的记录层上时温度随时间变化的例子。

图5是EFM调制信号的检索波形（眼图）的示意图。

图6是根据本发明一个实施例的11T标记的记录脉冲的分割方案实例。

图7是表示在本发明实施例1中的 α_1 与标记时间长度之间的关系图。

图8是表示在本发明实施例1中的 β_1 和标记时间长度之间的关系图。

图9是表示在本发明实施例1中的EFM随机模式的记录脉冲分割方案的实例。

图10是表示在本发明实施例1中的标记时间长度/空白时间长度的测量值与理论值之间的关系图。

图11是11T标记/11T空白的记录脉冲的传统分割方案实例。

图12是表示根据本发明的脉冲分割方案的说明图。

图13是表示用在图12所示脉冲分割方案产生门脉冲的定时的说明图。

图14是表示实施例3的（1）中的脉冲分割方案的说明图。

图15是表示实施例3的（1）中的调制的相关性的图。

图16是表示实施例3的（2）中的脉冲分割方案的说明图。

5 图17是表示实施例3的（2）中的标记长度（-▲-）和空白长度（-○-）的 α_i 的相关性的图。

图18是表示实施例3的（2）中的标记长度（-▲-）和空白长度（-○-）的 β_i 的相关性的图。

图19是表示实施例3的（2）中的标记长度（-▲-）和空白长度（-○-）的 β_m 的相关性的图。

10 图20是表示实施例3的（3）中的脉冲分割方案的说明图。

图21是表示实施例3的（3）中的标记长度（-◇-）和空白长度（-●-）以及它们的抖动的图。

图22是表示实施例3的（4）中的脉冲分割方案的说明图。

15 图23是表示实施例3的（4）中的标记长度（-◇-）和空白长度（-●-）以及它们的抖动的图。

图24是表示根据本发明的脉冲分割方案实例的说明图。

图25是表示根据实施例4的脉冲分割方案实例以及获得的调制与 T_w/T 的关系曲线的说明图。

图26是表示根据本发明实施例4的脉冲分割方案实例的说明图。

20 图27是表示调制和抖动与功率的关系曲线以及抖动与重写次数的关系曲线图。

图28是表示根据实施例4的脉冲分割方案的另一个例子的说明图。

本发明的优选实施例

现在将参考附图详细描述本发明。

25 本发明的光记录方法减少脉冲分割方案中的分割数，即加长记录光的每个脉冲，从而使加热光记录介质的光照射部分的时间相对于激光脉冲的响应速度来说足够长，并且还把光照射部分的冷却时间设置得足够长。这样，即使使用低至小于等于25nm的时钟周期也能够获得令人满意的标记长度记录。

30 具体来说，假设记录标记的时间长度是 nT （ T 是参考时钟周期，它等于或小于25ns； n 是等于大于2的自然数）。记录标记的时间长度 nT 以下面的顺序分

割:

$\eta_1 T, \alpha_1 T, \beta_1 T, \alpha_2 T, \beta_2 T, \dots, \alpha_i T, \beta_i T, \dots, \alpha_m T, \beta_m T,$
 $\eta_2 T$

(m 是脉冲分割数; $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) + \eta_1 + \eta_2 = n$; α_i ($1 \leq i \leq m$) 是大于0
 5 的实数; β_i ($1 \leq i \leq m-1$) 是大于0的实数; β_m 是大于等于0的实数; η_1 和 η_2
 是大于等于-2 (最好为0) 并小于等于2 (最好为1) 的实数)。在 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$)
 的时间长度照射的是记录功率为 Pw_i 的记录光, 在 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 的时间长度
 照射的是偏置功率为 Pb_i 的记录光, Pb_i 具有的关系为 $Pb_i < Pw_i$ 且 $Pb_i < Pw_{i+1}$ 。对于
 至少一个记录标记的时间长度来说, 上述脉冲分割数 m 被设置为大于等于2; 对
 10 于所有记录标记的时间长度来说, $n/m \geq 1.25$ 。

也就是说, 尽管传统的 $n-k$ 分割方案把脉冲分割数 m 设置为 $n-k$ (k 是1
 或2), 但本发明从一个不同的观点定义脉冲分割数 m 。

在本发明中, 对于至少一个记录标记的时间长度来说, 上述脉冲分割数 m
 被设置为大于等于2。但应当指出, 这里并不需要对所有的 nT 标记 (时间长度
 15 为 nT 的标记; T 是参考时钟周期; n 是一个等于或大于2的自然数) 执行这种脉
 冲分割。在诸如 $2T$ 、 $3T$ 和 $4T$ 这样的短标记中, 热累积的问题相对较小, 但脉
 冲响应速度不能适应脉冲分割的情况将会产生一个更为严重的问题。因而最好
 只照射记录功率为 Pw 的记录光的一个脉冲, 或者最好照射记录功率为 Pw 的记
 录光的一个脉冲以及偏置功率为 Pb 的记录光的一个脉冲。

20 在本发明中, 对于所有记录标记的时间长度来说, 假定 $n/m \geq 1.25$ 。

假设 η_1 和 η_2 均为0。那么, 由于 $\sum_i (\alpha_i + \beta_i) / m = n/m$, 所以 n/m 的值对
 应于 $(\alpha_i + \beta_i)$ 的平均长度且 $(n/m) T$ 的值对应于分割脉冲的平均周期。

在传统的 $n-k$ 分割方案中, $m = n-k$ 且 k 固定为1或2, 这样, $n/m = n / (n-1)$
 或 $n/m = n / (n-2)$ 。这个值随着 n 的增加而减小。这样, 如果我们设最长的标记
 25 时间长度为 $n_{\max} T$, 则对于 n_{\max} 来说, n/m 变为最小值。也就是说, 由于最短标
 记的分割脉冲的平均周期最长且最长标记的最短, 所以最长标记的 $\alpha_i T$ 和 $\beta_i T$
 最短。

例如, 在EFM调制中, $n=3-11$ 且 $k=2$, 所以 $(n_{\max} / m) = 11 / (11-2) =$
 大约1.22。

30 类似地, 在EFM+调制中, $n=3-14$ 且 $k=2$, 所以 $(n_{\max} / m) = 14 / (14-2)$

=大约1.16。

在(1, 7)-RLL-NRZI调制中, $n=2-8$ 且 $k=1$, 所以 $(n_{\max}/m) = 8/(8-1)$
=大约1.14。

从上面可以看出, 在传统方案中, n/m 的值约为1.22, 1.16, 1.14。当参考
5 时钟周期 T 变得短于25纳秒时, 在最长标记中的分割脉冲的平均周期通常低
于25纳秒, 记录脉冲部分 $\alpha_i T$ 的平均值或空闲脉冲部分 $\beta_i T$ 的平均值小于12.5
纳秒。这意味着, 对于至少一个 i 来说, $\alpha_i T$ 或者 $\beta_i T$ 小于12.5纳秒。另外, 当
时钟周期 T 低于大约20纳秒时, $\alpha_i T$ 或者 $\beta_i T$ 变得更小。

10 在上面的解释当中, 如果特定的 α_i 或 β_i 变得大于平均值, 那么这将意味
着其它 α_i 或 β_i 变得更短并且仍然会存在 $\alpha_i T$ 或 $\beta_i T$ 变得更小的情况。

为了更准确地说明, 在 $n-k$ 分割方案中, $\sum (\alpha_i + \beta_i)$ 并不是必须等于 n ,
它也可以等于 $n - \eta$ ($\eta = 0-2$)。在这种情况下, α_i 或 β_i 的平均值变得更小, 从
而带来更为严重的问题。

15 在本发明的光记录方法中, 对于范围从短标记到长标记的所有记录标记的
时间长度来说, m 的设置要满足 $n/m \geq 1.25$ 的条件。由此可使 $\alpha_i T$ 和 $\beta_i T$ 的长度
足够长。例如, 记录脉冲部分 $\alpha_i T$ 和空闲脉冲部分 $\beta_i T$ 通常被设置为略大于
0.5 T , 以便于充分加热记录层, 同时限制由随后的脉冲所提供的热量, 从而产
生充分的冷却效果。

20 尤其是在长标记时, 标记的形状由于热量累积而容易变形。因此, 对于标
记 $7T$ 或时间长度更长的标记来说, n/m 最好应当设置为1.5或更大。当然, 对于
短标记 $6T$ 或更短的标记来说, n/m 优选设置为1.5或更大, 最好为1.8或更大。

但应当指出, 由于过大的 n/m 值会使热累积增加, 因此 n/m 通常优选设置
为4或更小, 最好为3或更小。

25 本发明的光记录方法会随着参考时钟周期 T 的减小而产生更大的效果, 并
且该参考时钟周期优选设置为20nm或更小, 最好为15ns或更小。一个非常短的
时钟周期实际上是难以实现的, 通常时钟周期优选为0.1ns或更大, 或者优选为
1ns或更大, 或者最好为3ns或更大。由于时钟周期 T 减小, 因此希望 n/m 的最小
值增加。

30 在本发明中的记录标记被看作是在记录介质中连续形成的物理标记并可在
光学上与其它部分区别开。也就是说, 本发明并不通过再现系统的处理把满足

条件 $n/m \geq 1.25$ 的传统 $n-k$ 分割方案的2T、3T和4T标记结合在一起并将它们看作是一个长标记。然而，在本发明中，记录标记可由低于检索光的光学分辨率的多个物理标记形成。如果我们假设用来聚焦检索光的物镜的数值孔径为NA且检索光的波长为 λ ，那么当物理标记彼此间隔为 $0.2 (\lambda / NA)$ 或更大时，这些物理标记可从光学上被识别为独立的标记。因此，当使用多个物理标记形成一个记录标记时，它们彼此最好相隔不到 $0.2 (\lambda / NA)$ 。

在本发明中，与分割脉冲相关的参数，如 α_i ， β_i ， η_1 ， η_2 ， P_w 和 P_b 可根据需要依据标记长度和 i 而改变。

另外，在本发明中，从保证照射光响应能力的角度出发，记录脉冲部分 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 的平均值和空闲脉冲部分 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m-1$) 的平均值均优选设置为3纳秒或更长，或优选为5纳秒或更长，或者最好为10纳秒或更长。更进一步，各个 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 和 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m-1$) 优选设置为3纳秒或更长，或5纳秒或更长，或者特别优选为10纳秒或更长。通常在记录处理期间使用的激光束的功率的上升时间和下降时间最好应当设置为最小的 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 和 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 的50%或更小。

在本发明中，尽管在最后空闲脉冲部分 $\beta_m T$ 期间可设置 β_m 为0从而不发光，但如果标记结尾的热累积问题严重的话，则最好提供 $\beta_m T$ 。此时， $\beta_m T$ 一般优选设置为3纳秒或更长，或者更进一步为5纳秒或更长，或者最好为10纳秒或更长。

当记录脉冲部分 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 大于等于3纳秒，尤其是大于等于5纳秒时，记录所需的照射能量可通过增加记录功率 P_{w_i} 来保证，不过也会存在记录光前/后沿的问题。

另一方面，当空闲脉冲部分 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m-1$) 也大于等于3纳秒，尤其是大于等于5纳秒时，冷却效果可通过把偏置功率 P_b 降低至接近检索光功率 P_r 或0来保证，只要这样不会损害寻迹伺服等即可。

为了获得更好的冷却效果，我们希望把与所有记录标记的时间长度相关的 $\Sigma_i (\alpha_i)$ 设置为小于等于 $0.6n$ ，尤其是等于或小于 $0.5n$ 。最好把 $\Sigma_i (\alpha_i)$ 设置为等于小于 $0.4n$ 。也就是说，记录脉冲部分之和 $\Sigma_i (\alpha_i T)$ 设置为比 $\Sigma_i (\beta_i T)$ 短，这样，每个标记中的空闲脉冲部分较长。特别是，对于 $i=2$ 至 $m-1$ 的所有 i 来说，优选 $\alpha_i T \leq \beta_i T$ ，即，在至少第二脉冲之后的记录脉冲

串中， $\beta_i T$ 要长一些。

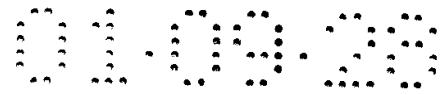
在本发明的记录方法中， α_i ($1 \leq i \leq m$) 和 β_i ($1 \leq i \leq m-1$) 的值根据记录脉冲部分 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 和空闲脉冲部分 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m-1$) 的值进行适当地设置，并且通常设置为等于大于0.01（优选为等于大于0.05），并且通常设置为等于小于5（优选为等于小于3）。过小的 β_i ($1 \leq i \leq m-1$) 值会导致不充分的冷却效果，因此优选设置为0.5或更大，最好为1或更大。另一方面，过大的 β_i 值会导致过冷却并会引起记录标记的光学分离。因而优选设置为2.5或更小，最好为2或更小。这样设置对第一空闲脉冲部分 $\beta_1 T$ 的效果特别大，因为第一空闲脉冲部分 $\beta_1 T$ 对标记前端的形状有很大的影响。

上述情况也适用于对标记后端的形状有很大影响的最后空闲脉冲部分 $\beta_m T$ 。因此， $\beta_m T$ 一般设置为0.1或更大，优选为0.5或更大，最好为1或更大，并且一般设置为2.5或更小，最好为2或更小。从简化电路的角度考虑，起始脉冲部分 $\alpha_1 T$ 与最后脉冲部分 $\alpha_m T$ 之间的一些中间脉冲部分（组） $\alpha_i T$ ($2 \leq i \leq m-1$) 的转换周期最好设置为常数。具体来说， $(\alpha_i + \beta_i) T$ ($2 \leq i \leq m-1$) 或 $(\alpha_i + \beta_{i-1}) T$ ($2 \leq i \leq m-1$) 优选设置为1.5T、2T或2.5T。

在本发明中，在空闲脉冲部分 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m-1$) 期间照射的记录光的功率 P_{b_i} 设置为小于记录脉冲部分 $\alpha_i T$ 和 $\alpha_{i+1} T$ 期间照射的记录光的功率 P_{w_i} 和 $P_{w_{i+1}}$ 。为了获得良好的冷却效果，对于所有记录标记的时间长度来说，优选设置 $P_{b_i} < P_{w_i}$ 。更进一步，优选设置 $P_{b_i} / P_{w_i} \leq 0.5$ ，再进一步，优选设置为 $P_{b_i} / P_{w_i} \leq 0.2$ 。偏置功率 P_b 可设置为等于检索期间照射的光的功率 P_r 。这将简化脉冲分割所需的分割脉冲电路的设置。

对于一个特定记录标记的时间长度来说，可根据 i 来使用 P_{b_i} 和/或 P_{w_i} 的两个或多个不同的值。具体来说，把起始记录脉冲部分 $\alpha_1 T$ 与最后记录脉冲部分 $\alpha_m T$ 中使用的记录功率 P_{w_1} 和 P_{w_m} 设置为与中间记录脉冲部分 $\alpha_i T$ ($2 \leq i \leq m-1$) 的记录功率 P_{w_i} 的值不同可以准确控制标记前后端的形状。最好，中间记录脉冲部分 $\alpha_i T$ ($2 \leq i \leq m-1$) 的记录功率 P_{w_i} 尽可能实际上设置为相同的值，这样可简化分割脉冲电路的设置。类似地，除非有合理的原因，否则空闲脉冲部分 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m-1$) 的偏置功率 P_{b_i} 最好尽可能实际上设置为相同的值。对于相同的 i 来说，至少两个具有不同 n 的记录标记可具有不同的 P_{w_i} 和/或 P_{b_i} 值。

在本发明中，尽管没有对什么样的光功率需照射到不形成记录标记的空白



上进行限制规定，但要照射的光最好具有功率 P_e ，且 $P_{b_i} \leq P_e < P_{w_i}$ 。在可重写记录介质中，功率 P_e 是擦除功率，它用来擦除记录标记。在这种情况下，在 $(n - (\eta_1 + \eta_2))T$ 部分期间最好照射功率等于或大于偏置功率 P_{b_i} 且等于或小于擦除功率 P_e 的光。把光的功率设置为等于偏置功率 P_{b_i} 或擦除功率 P_e 有利于分割脉冲电路的设置。当在 $\eta_1 T$ 部分期间照射具有偏置功率 P_b 的光时，该偏置功率为 P_b 的光在起始记录脉冲 $\alpha_1 T$ 部分之前照射，从而尽可能减小了前面记录标记的热影响。

根据所使用的光记录介质的不同，记录功率 P_w 和偏置功率 P_b 或擦除功率 P_e 具有不同的物理功能。

10 例如，在磁光介质的情况下， P_w 或 P_e 是使记录层温度提高到至少在居里温度附近以上所必需的功率，以便于容易出现磁化反转。在所谓的光调制可重写磁光介质中， P_w 大于 P_e ，是使具有不同居里点的多个磁层的温度高于居里点温度之一的功率。

15 在相变介质的情况下，在通过结晶执行记录时， P_w 是使记录层温度高于结晶温度的功率。或者，在通过转变为非晶态来执行记录时， P_w 是使记录层温度至少高于其熔点的功率。当通过非晶化记录和结晶擦除执行重写时， P_e 是使记录层温度至少高于结晶温度的功率。

20 在通过金属或有机记录层的凹坑化或变形来执行记录的一次写入式介质中， P_w 是使记录层温度提高到可引起软化、熔化、汽化、分解或化学反应的温度所必需的功率。

尽管各种记录介质的记录功率 P_w 和偏置功率 P_b 的值彼此不同，但在可重写相变介质中，举例来说，记录功率 P_w 通常约为1-100mW，且偏置功率 P_b 约为0.01-10mW。

25 无论使用什么介质，记录功率 P_w 均为把记录层温度提高到使记录层发生某些光学变化的温度或保持该温度所必需的激光束功率。而偏置功率 P_b 是至少低于记录功率 P_w 的功率。通常，偏置功率 P_b 低于记录功率 P_w 和擦除功率 P_e ，并且不会使记录层发生任何物理变化。

上述热累积问题在执行标记长度调制记录的各种光盘中普遍存在，如相变类、磁光类和一次写入式光记录介质。

30 在其中的可重写相变介质中，由于标记记录和标记擦除是通过准确控制记

录层的加热速度和冷却速度这两个温度参数来同时执行的，因此与其它一次写入式介质和磁光介质相比，通过空闲脉冲冷却记录层的功能更重要一些。因而，本发明对相变型记录介质特别有效。

在本发明利用脉冲分割的记录方法中，相同的脉冲分割数 m 可用在脉冲记录标记的时间长度 nT 的 n 不同的至少两个记录标记上。相同的 m 值通常用于具有相近时间长度的 nT 标记中，如 $3T$ 标记和 $4T$ 标记。通过设置相等的 m 值，至少 α_i ($1 \leq i \leq m$)、 β_i ($1 \leq i \leq m$)、 η_1 、 η_2 、 Pw_i ($1 \leq i \leq m$) 和 Pb_i ($1 \leq i \leq m$) 之一与其它值不同。这样可把具有相同分割数的标记的时间长度彼此区分开。

可以不考虑 n 值的大小来设置分割数 m ，但分割数 m 最好设置为随着标记的变长而单调递增，即 m 值增加（包括保持相同值的情况）。

根据本发明的脉冲分割方案的例子表示如下。

（分割方案例1）

举例来说，在形成 $3T$ - $11T$ 标记的EFM调制中， $n=3$ 时， $m=1$ ，而且 $n \geq 4$ （4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11）时 m 增加。也就是说，随着 n 值增加为

15 $n=3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$

分割数 m 也随之增加为

$m=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ 。

当 $n=11$ 时， n/m 的值最小，为1.38，当 $n=3$ 时为最大值3。

（分割方案例2）

20 同样在EFM调制中，随着 n 值增加为

$n=3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$

分割数 m 也随之增加为

$m=1, 2, 2, 3, 4, 5, 6, 6, 6$ 。

当 $n=9$ 时， n/m 的值最小，为1.5，当 $n=3$ 时为最大值3。

25 （分割方案例3）

同样在EFM调制中，随着 n 值增加为

$n=3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$

分割数 m 也随之增加为

$m=1, 2, 2, 3, 3, 4, 5, 5, 5$ 。

30 当 $n=9$ 时， n/m 的值最小，为1.8，当 $n=3$ 时为最大值3。

当相同的脉冲分割数 m 用在 n 值不同的至少两个记录标记上时，脉冲周期 $\tau_i = \alpha_i + \beta_i$ 和占空比 $(\alpha_i / (\alpha_i + \beta_i))$ 可以改变。这个过程例子表示如下。

(分割方案例4)

5 最简单的分割方案是等分，使得在 $m \geq 2$ 时脉冲周期 $\tau_i = nT/m$ 。

但是，把 nT 简单地分成相等的部分会使 τ_i 的值完全与参考时钟周期 T 的定时和长度无关。

(分割方案例5)

10 脉冲周期 τ_i 最好与参考时钟周期 T 或除以整数的参考时钟周期 T （优选为 $1/2T$ 、 $1/4T$ 、 $1/5T$ 、 $1/10T$ ）同步，因为这将允许脉冲的前/后沿利用作为参考的基本时钟进行控制。此时， $\Sigma_i(\tau_i) = \Sigma_i(\alpha_i + \beta_i)$ 不必与 n 一致，并且会产生多余的时间，这样必须校正脉冲长度。脉冲照射时间之和最好设置为小于 n ，这是因为把该和设置为大于 n 将使标记长度太长。

15 因而提供部分 $\eta_1 T$ 、 $\eta_2 T$ 以使 $\Sigma_i(\alpha_i + \beta_i) + (\eta_1 + \eta_2) = n$ （ η_1 和 η_2 均为实数， $0 \leq \eta_1$ 、 $0 \leq \eta_2$ ），并且这些部分在分割数 m 相同但长度不同的两个记录标记的每个标记中都有变化。在部分 $\eta_1 T$ 、 $\eta_2 T$ 期间可照射偏置功率为 P_b 的光。此时优选 $0 \leq (\eta_1 + \eta_2) \leq 1$ 。

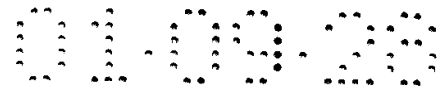
20 上面的 η_1 和 η_2 也可用来校正从其它的之前和/或之后标记传送的热量的影响。在这种情况下， $\eta_1 T$ 和 $\eta_2 T$ 的时间长度可根据之前和/或之后标记的标记长度和/或空白长度进行变化。

可以只使用分割脉冲的第一 $\eta_1 T$ 或最后 $\eta_2 T$ 而把另一个设置为0，或者在 $0 \leq (\eta_1 + \eta_2) \leq 1$ 的范围内使用二者。也可在部分 $\eta_1 T$ 和 $\eta_2 T$ 期间照射不是偏置功率 P_b 的光以便对齐标记长度，或是更准确地控制从之前和/或之后标记传送的热量的影响。

25 (分割方案例6)

根据 i 的不同，分割脉冲周期 τ_i 和占空比 $(\alpha_i / (\alpha_i + \beta_i))$ 可进行变化。利用这种方法可改善标记前后端的抖动（起伏），这对于标记长度记录来说是重要的。

30 具体来说，使第一记录脉冲周期 τ_1 和/或最后记录脉冲周期 τ_m 与中间脉冲的记录脉冲周期 τ_i （ $2 \leq i \leq m-1$ ）不同。



此时可根据之前和/或之后标记长度或空白长度略微调节第一和/或最后脉冲的 τ_1 、 α_1 、 β_1 、 τ_m 、 α_m 和 β_m 。

第一记录脉冲部分 $\alpha_1 T$ 优选设置为比任何随后记录脉冲部分 $\alpha_2 T$ ， \dots ， $\alpha_m T$ 都大。也可把记录功率 P_{w1} 优选设置为比之后的记录脉冲部分 $\alpha_2 T$ ， \dots ， $\alpha_m T$ 的记录功率 P_{wi} 大。这些方法有效地改善了下述检索信号的不对称值。

在诸如具有 $3T$ 和 $4T$ 的时间长度这样的短标记中的热累积效应小，因此标记容易成为比所需的稍短一些。在这种情况下，通过把记录脉冲部分 $\alpha_1 T$ 加长一定的程度或者把记录脉冲部分 $\alpha_1 T$ 中的记录功率 P_{w1} 设置为略高于要求就可以严格控制标记时间长度。

10 在重写相变介质晶体区中的非晶态标记时，改变第一脉冲或最后脉冲的方法特别有效。

改变第一记录脉冲部分 $\alpha_1 T$ 可控制相变介质中记录层首先熔化区的宽度。

15 最后空闲脉冲 $\beta_m T$ 在防止相变介质记录层再结晶方面是重要的，并且也是确定在其中记录层成为非晶态的区域的重要脉冲。

当非晶态标记形成时，已经熔化的标记后端部分的区域再次结晶，从而使实际形成的非晶态标记小于熔化区。加长空闲脉冲部分，即增加冷却时间长度可以防止再结晶，增长非晶态部分。因此，通过改变最后空闲脉冲部分 $\beta_m T$ 的长度可以改变标记后端部分保持在结晶时间的的时间，从而在很大程度上改变标记的长度。

20 反之，通过改变中间参数 τ_i 、 α_i 、 β_i ($2 \leq i \leq m-1$) 而不改变 τ_1 、 α_1 、 β_1 、 τ_m 、 α_m 和 β_m ，在不影响标记边缘的情况下可以控制调制度。

下面将解释实现上述分割方案的产生分割记录脉冲的方法。

25 上面的脉冲分割基本上可通过针对每个标记时间长度 nT 制定可编程的分割方案纳入 ROM 芯片来实现。然而，要同一个脉冲产生电路有很大的灵活性会使电路复杂。因此，下面的两个脉冲产生方法可被优选使用。它们可提供几乎能够容易地处理所有介质的脉冲。

(分割记录脉冲产生方法1)

30 对于进行图1 (a) 所示的EFM调制的标记长度调制数据100来说，可应用图1 (b) 所示的分割方案101。也就是说进行如下的分割：

$n=3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ 时, $m=1, 1, 2, 3, 3, 4, 5, 5,$
5.

此时, 在图1 (c) 所示定时产生时钟的电路门脉冲1、门脉冲2、门脉冲3、门脉冲4被组合在一起来实现图1 (b) 所示的分割方案。

5 在图1 (c) 中, 以102表示的门脉冲1产生延迟时间为 T_{d1} 的第一记录脉冲 $\alpha_1 T$ 。以103表示的门脉冲2产生延迟时间为 T_{d2} 的第二以及之后的中间记录脉冲组 $\alpha_i T$ 。以104表示的门脉冲3产生具有偏置功率 P_b 的脉冲和具有功率 P_e 的脉冲。也就是说, 当门脉冲1、门脉冲2和门脉冲4不产生记录脉冲时, 具有偏置功率 P_b 的空闲脉冲 $\beta_i T$ 在电平低时被检索并且具有功率 P_e 的脉冲在电平高时被
10 检索。门脉冲3和 T_{d1} 决定 $(n - (\eta_1 + \eta_2)) T$ 。在已经产生中间记录脉冲组 $\alpha_i T$ 之后, 以105表示的门脉冲4产生延迟时间为 T_{d3} 的最后记录脉冲 $\alpha_m T$ 。在门脉冲3处于低电平的部分当中, 当记录脉冲处于高电平时, 它们相对于空闲脉冲具有优选权。

$\beta_1 T$ 可由延迟时间 T_{d2} 和 $\alpha_1 T$ 独立控制, $\beta_m T$ 可由门脉冲3和 $\alpha_m T$ 独立控
15 制。

在门脉冲1产生 $\alpha_1 T$ 脉冲的部分中, 使用记录功率 P_{w1} ; 在门脉冲2产生中间脉冲组 $\alpha_i T$ 的部分中, 使用记录功率 P_{w2} ; 在门脉冲4产生 $\alpha_m T$ 脉冲的部分中, 使用记录功率 P_{w3} 。这种安排允许在第一脉冲部分、中间脉冲部份组和最后脉冲部分的每一个中独立地控制记录功率。

20 为了在第一和最后部分中独立控制记录脉冲宽度和记录功率, 中间脉冲的周期由 $\gamma_i = \alpha_i + \beta_{i-1}$ ($2 \leq i \leq m-1$) 定义, 其中 T_{d2} 作为起始点, 并且在 $\gamma_i = 1-3$ 时 γ_i 设置为接近常数。在这种情况下, β_i 被自动确定。在图1中, $\gamma_i = 1.5$ 。但是应当指出, 对于 β_1 来说, T_{d2} 被定义用于 $(T_{d2} - (T_{d1} + \alpha_1 T))$ 的校正, 并且 β_1 因此可被处理为独立的参数。

25 在另一种情况下, 假设门脉冲的定时与参考时间周期 T 或参考时钟周期除以整数的基本时钟同步, 并假设 α_i 和 β_i 由占空比相对于基本时钟来定义。

如果 n 小于预定值 n_c , 则 $m=1$, 门脉冲2不产生中间脉冲组。如果 n 等于或大于 n_c , 则预定数目的脉冲根据上面的(分割方案例3)检索。在图1中, n_c 设为5并且当 n 等于或小于4时, $m=1$; 在 n 大于等于5时, 产生中间脉冲。在此,
30 假设根据 n 产生在数目上等于存储在ROM存储器中的分割数的中间脉冲。

由门脉冲4产生的最后脉冲 $\alpha_m T$ 仅仅在 $n \geq n_c + 1$ 时产生。这可由图1中的9T标记表示。

当 $n = n_c$ 时，该脉冲被分成两个脉冲，即第一脉冲和一个中间脉冲。在图1中，这种情况由5T标记表示。

- 5 当时间长度不同的多个标记均被分割成数目相同的分割时，如果诸如图1的3T标记和4T标记均由一对记录脉冲和空闲脉冲记录，则在3T标记和4T标记之间至少要区别开 α_1 、 β_1 、 η_1 和 η_2 ，如果进一步要求的话，还要区分 Pw_1 和 Pw_3 。

(分割记录脉冲产生方法2)

- 10 下面的描述涉及一种分割记录脉冲产生方法，该方法基于通过对周期为 T 的参考时钟进行分频获得的周期为 $2T$ 的时钟信号。这种方法比分割记录脉冲产生方法1有更多的限制，但它的优点是允许根据较常用的规则设置逻辑电路。

脉冲产生方法2的特征在于，处理过程根据 nT 中的 n 值是奇数还是偶数来确定。

- 15 也就是说，对于 n 为偶数（即标记长度是 $nT = 2LT$ (L 是大于等于2的整数)) 的标记的记录来说，该标记被分割为 $m = L$ 个部分，并且记录脉冲部分 $\alpha_i T$ 和空闲脉冲部分 $\beta_i T$ 中的 α_i 和 β_i 定义如下：

$$\alpha_1 + \beta_1 = 2 + \delta_1$$

$$\alpha_i + \beta_i = 2 \quad (2 \leq i \leq m-1)$$

20 $\alpha_m + \beta_m = 2 + \delta_2$

(其中， δ_1 和 δ_2 是实数，它们满足 $-0.5 \leq \delta_1 \leq 0.5$ ， $-1 \leq \delta_2 \leq 1$ ；而且当 $L = 2$ 时，假设只存在 α_1 ， β_1 ， α_m 和 β_m)。

- 25 另一方面，对于 n 为奇数（即标记长度是 $nT = (2L+1)T$ ）的标记的记录来说，该标记被分割为 $m = L$ 个部分，并且记录脉冲部分 $\alpha_i' T$ 和空闲脉冲部分 $\beta_i' T$ 中的 α_i' 和 β_i' 定义如下：

$$\alpha_1' + \beta_1' = 2.5 + \delta_1'$$

$$\alpha_i' + \beta_i' = 2 \quad (2 \leq i \leq m-1)$$

$$\alpha_m' + \beta_m' = 2.5 + \delta_2'$$

- 30 (其中， δ_1' 和 δ_2' 是实数，它们满足 $-0.5 \leq \delta_1' \leq 0.5$ ， $-1 \leq \delta_2' \leq 1$ ；而且当 $L = 2$ 时，假设只存在 α_1' ， β_1' ， α_m' 和 β_m')。

另外，在脉冲产生方法2中满足下面的等式

$$\alpha_1 + \beta_1 + \alpha_m + \beta_m + \Delta = \alpha_1' + \beta_1' + \alpha_m' + \beta_m'$$

(式中, $\Delta = 0.8-1.2$)

5 在上面的脉冲产生方法2中, α_1 、 β_1 、 α_1' 、 β_1' 、 δ_1 、 δ_2 、 δ_1' 和 δ_2' 可根据L的值而变化。在脉冲产生方法2中, 在形成具有 $n=2L$ 和 $n=(2L+1)$ 的记录标记的处理过程中, 它们均被分割为相同分割数L的记录脉冲。也就是说, 当n为2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, ...时, 分割数m分别被设置为1, 1, 2, 2, 3, 3, 4, 4, ...。具体来说, 在EFM调制信号中, 当 $n=3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ 时, 分割数m依次设置为 $m=1, 2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5$ 。在EFM+信号中, 增加 $n=14$ 。此时, 分割数m设置为7。在(1, 7)-RLL-NRZI调制中, 存在 $n=2$ 的情况, 在该情况下, 分割数m设置为1。

15 在脉冲产生方法2中, 具有相同分割数 $m=L$ 和不同长度的两个记录标记只有第一脉冲周期 $(\alpha_1 + \beta_1)T$ 和最后脉冲周期 $(\alpha_m + \beta_m)T$ 彼此不同。也就是说, 对于 $(\alpha_1 + \beta_1 + \alpha_m + \beta_m)$ 来说, $(\alpha_1' + \beta_1' + \alpha_m' + \beta_m')$ 被增加了 Δ ($\Delta = 0.8-1.2$)。通常 Δ 为1, 但考虑到来自之前和之后记录标记的热干扰的影响, 它也可在大约0.8-1.2的范围内变化。

20 δ_1 和 δ_2 以及 δ_1' 和 δ_2' 被调节到保证每个标记长度将精确为 nT 并减小标记两端的抖动。它们通常为 $-0.5 \leq \delta_1 \leq 0.5$, $-0.5 \leq \delta_1' \leq 0.5$, $-1 \leq \delta_2 \leq 1$ 和 $-1 \leq \delta_2' \leq 1$ 。前后端的校正量最好相等, 即 $|\delta_2/\delta_1|$ 和 $|\delta_2'/\delta_1'|$ 最好均在0.8-1.2的范围内。

分割数相同的两个记录标记最好以使它们的标记长度差 $1T$ 在前端侧约为 $0.5T$ 且在后端侧约为 $0.5T$ 的方式形成。亦即,

$$\alpha_1 + \beta_1 + \Delta_1 = \alpha_1' + \beta_1'$$

(其中 $\Delta_1 = 0.4-0.6$)。

25 在这种情况下, 后端侧通常为

$$\alpha_m + \beta_m + \Delta_2 = \alpha_m' + \beta_m'$$

(其中 $\Delta_2 = 0.4-0.6$ 且 $\Delta_1 + \Delta_2 = \Delta$)。

30 最好把 δ_1 设置为约等于0且 δ_1' 约等于0, 因为这样将允许使用一种可产生与标记前端同步的分割脉冲的电路。标记前端的位置几乎是由在 $\alpha_1 T$ 的记录功率的激光束前沿确定的, 并且其抖动由 α_1 和 β_1 的占空比以及 α_1' 和 β_1' 的占空

比来确定。因此，在本方法中，设置 $\delta_1=0$ 和 $\delta_1'=0.5$ 可以令人满意地控制标记前端的位置和抖动。

标记后端的位置取决于 δ_2 (和 δ_2')，即标记后端的分割脉冲周期 $(\alpha_m + \beta_m)T$ (和 $(\alpha_m' + \beta_m')T$) 的值也取决于 α_m 和 β_m 的占空比 (以及 α_m' 和 β_m' 的占空比) 的值。另外，标记后端的位置也取决于后端的记录脉冲 $\alpha_m T$ (和 $\alpha_m' T$) 的后沿位置和在该后沿位置之前和之后的记录层冷却处理过程。尤其是在形成非晶态标记的相变介质中，标记后端的位置取决于对记录层的冷却速度具有很大影响的后端的空闲脉冲部分 $\beta_m T$ (和 $\beta_m' T$) 的值。因此，在后端的分割脉冲周期 $(\alpha_m + \beta_m)T$ 不必是 $0.5T$ 或 $1T$ ，并且可利用大约 $0.1T$ ，优选为 $0.05T$ ，或者最好为 $0.025T$ 的分辨率进行细调。

在脉冲产生方法2中，可针对每个标记长度优化 α_i 和 β_i 之间的占空比 $\alpha_i / (\alpha_i + \beta_i)$ ，但为了简化脉冲产生电路，位于第一脉冲和最后脉冲之间的中间脉冲的占空比最好设置为一个固定值。也就是说，在 $L \geq 3$ 这样存在中间脉冲的情况下时，对于分割数 $m=L$ 相同的两个记录标记中的范围从2到 $(m-1)$ 的所有 i 来说， α_i 和 α_i' 可被设定为 $\alpha_i = \alpha_c$ (固定值) 和 $\alpha_i' = \alpha_c'$ (固定值)。另外，当 L 大于等于3时， α_c 和 α_c' 优选设置为固定值，最好为 $\alpha_c = \alpha_c'$ ，而不是根据 L 的值而定，这是因为这样将进一步简化电路。

在脉冲产生方法2中，为了简化脉冲产生电路，在 n 为偶数的记录标记中，对于所有 L 大于等于3的情况来说，最好假设 α_1 和 β_1 为固定值。对于所有 L 大于等于2的情况来说， $\alpha_1 + \beta_1$ 最好设置为2，因为这将使范围从1到 $(m-1)$ 的所有 i 的周期 $(\alpha_i + \beta_i)T$ 变为 $2T$ 。

类似地，为了在脉冲产生方法2中简化脉冲产生电路，在 n 为奇数的记录标记中，对于所有 L 大于等于3的情况来说，最好假设 α_1' 和 β_1' 为固定值。对于所有 L 大于等于2的情况来说， $\alpha_1 + \beta_1$ 最好设置为2.5，因为这将使其容易与随后的分割脉冲周期 $2T$ 同步。

另外，为了在脉冲产生方法2中简化脉冲产生电路，对于所有 L 大于等于3的情况来说，特别是对于大于等于2的情况来说， α_m 、 β_m 、 α_m' 和 β_m' 最好均假定为相同的值。在此，如果 $\Delta_2 = (\alpha_m' + \beta_m') - (\alpha_m + \beta_m) = 0.5$ ，则该电路将被进一步简化。

当 n 为2或3时，分割数 m 是1。在这种情况下， $\alpha_1 - \beta_1$ 的占空比和 δ_1 (或

者 $\alpha_i - \beta_i$ 的占空比和 δ_i 可调节成实现希望的标记长度和抖动。在此，希望 $\delta_i - \delta_i = 1$ 。

在脉冲产生方法2中，如上所述，特别希望 $\delta_i = \delta_i = 0$ 。此时，脉冲产生电路最好应当控制成保证 α_i ($1 \leq i \leq m$) 与周期为 $2T$ 的经分频的第一参考时钟3同步，时钟3是通过对周期为 T 的第一参考时钟1分频产生的；保证 α_i ($2 \leq i \leq m$) 与周期为 $2T$ 的经分频的第二参考时钟4同步，时钟4是通过对与第一参考时钟1具有相同周期 T 并且相对于第一参考时钟1偏移 $0.5T$ 的第二参考时钟2分频产生的；以及保证 α_i 在 α_{i-1} 之前 $2.5T$ 。使用多个参考时钟可以简化脉冲产生电路。

存在这样的情况，即 α_i 和 α_i 的前沿不必相对于根据要记录的标记长度调制的方波的前沿或后沿延迟或超前。在这种情况下，最好增加相同的延迟时间 T_{di} ，以便使空白的长度恒定。 T_{di} 是介于 -2 和 2 之间的实数。当 T_{di} 的值为负时，它表示一个超前时间。

图12表示当本发明的记录方法中的脉冲分割方案通过使用上述多个参考时钟来实施时，记录脉冲之间的典型关系。在图12中，相对于 nT 标记前端的 $\alpha_i T$ 和 $\alpha_i T$ 的延迟时间 T_{di} 为0；记录脉冲部分 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 的记录功率是 P_w ，它是恒定的；空闲脉冲部分 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 中的偏置功率是 P_b ，它是恒定的。并且照射到空白中或照射到 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 和 $\beta_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 之外的光的功率是擦除功率 P_e ，它是恒定的。这里 $P_b \leq P_e \leq P_w$ 。

在图12中，参考数字200表示周期为 T 的参考时钟。

图12 (a) 表示与长度为 nT 的记录标记相对应的脉冲波形，其中参考数字201表示 $2LT$ 记录标记的长度，202表示 $(2L+1)T$ 记录标记的长度。图12 (a) 表示 $L=5$ 的情况。

图12 (b) 表示当 $n=2L$ ($=10$) 时的分割记录脉冲波形，图12 (c) 表示当 $n=2L+1$ ($=11$) 时的分割记录脉冲波形。

在图12 (b) 中，周期为 $2T$ 的经分频的第一参考时钟205通过对第一参考时钟203分频产生，第一参考时钟203相对于周期为 T 的参考时钟200具有零相位延迟。由于 $\alpha_i + \beta_i = 2$ ，所以每个记录脉冲部分 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 的前沿与周期为 $2T$ 的经分频的第一参考时钟205同步。与分频的第一参考时钟205同步， $\alpha_i - \beta_i$ 的占空比被调节用以产生脉冲波形207。

在图12 (c) 中, 周期为 $2T$ 的经分频的第二参考时钟206通过对周期为 T 的第二参考时钟204分频产生, 第二参考时钟204相对于参考时钟200具有 $0.5T$ 的相移。每个记录脉冲部分 $\alpha_i T$ ($2 \leq i \leq m$) 的前沿与周期为 $2T$ 的经分频的第二参考时钟206同步。由于 $\alpha_1 + \beta_1 = 2.5$, 所以只有 $\alpha_i T$ 在时钟前 $0.5T$ 上升。与分频的第二参考时钟206同步, $\alpha_i - \beta_i$ 的占空比被调节用以产生记录脉冲波形208。

在图12中, 标记长度 $2LT$ 和 $(2L+1)T$ 被描述为它们的后端在 T_2 和 T_4 对齐。因此, 在周期均为 $2T$ 的参考时钟205和206之间只有两种可能的关系 (b) 和 (c)。但在实际当中, 当使用 $2T$ -周期的参考时钟时, 这些标记长度的前端位置可以相互有 $1T$ 的相差。另外, 考虑到 n 为偶数和 n 为奇数的情况, 则存在图13 (a)、(b)、(c) 和 (d) 所示的四种可能的关系。因此希望采用下面的门脉冲产生方法来处理这种情况。

图13是用于解释上述门脉冲产生方法的定时图。图13的门脉冲产生方法涉及下面的步骤: (1) 它产生与在记录轨迹的预定位置形成的时钟标记相对应的参考时间 T_{sync} ; (2) 它产生四个参考时钟: 一个 $2T$ -周期的参考时钟1a, 它相对于作为起始点的参考时间 T_{sync} 滞后延迟时间 T_{dl} ; 一个 $2T$ -周期的参考时钟2a, 它相对于参考时钟1a超前 $0.5T$; 一个 $2T$ -周期的参考时钟1b, 它相对于参考时钟1a超前 $1T$; 和一个 $2T$ -周期的参考时钟2b, 它相对于参考时钟1a超前 $1.5T$; (3) 当记录 $nT = 2LT$ 的标记时, 它产生门脉冲组 $G1a$ 、 $G1b$, 这两个脉冲组在与 $\alpha_1 T$ 、 $\alpha_i T$ ($2 \leq i \leq m-1$) 和 $\alpha_m T$ 部分相对应的定时与参考时钟1a或1b之任意一个同步; 并且 (4) 当记录 $nT = 2L+1$ 的标记时, 它产生门脉冲组 $G2a$ 、 $G2b$, 这两个脉冲组在与 $\alpha_1' T$ 、 $\alpha_i' T$ ($2 \leq i \leq m-1$) 和 $\alpha_m' T$ 部分相对应的定时与参考时钟2a或2b之任意一个同步。

在图13中, 参考数字300表示周期为 T 的参考时钟 (用于数据的参考时钟)。为了在记录介质的特定位置上记录数据, 记录系统通常比较同步信号 T_{sync} 和预先产生的 T -周期参考时钟的相位以便建立同步, 其中同步信号 T_{sync} 在每个最小地址单位的该介质上的时钟标记处产生 (举例来说, 诸如在该介质上作为凹坑串形成并安排给每个扇区的VFO这样的同步信号, 以及作为该介质上的纹槽线形成的安排给每个ATIP帧 (每 $1/75$ 秒) 的同步模式)。

图13表示标记前端出现在 T_{sync} 之后的偶数周期 T 的实例。 n 为偶数的偶数长

度标记301在图13 (a) 中示出, n 为奇数的奇数长度标记304在图13 (d) 中示出。作为标记前端出现在 T_{sync} 之后的奇数周期 T 的例子, 示出了 n 为偶数的偶数长度标记302 (图13 (b)) 以及 n 为奇数的奇数长度标记303 (图13 (c))。

在图13 (a) -13 (d) 的每一个图中, 当利用类似于图12所示的方式把它们彼此移位 $0.5T$ 而产生参考时钟时, 将产生以305、306、307和308表示的四个不同的时钟串。也就是说, 以参考时钟305作为参考, 时钟307移位 $0.5T$, 时钟306移位 $1T$, 时钟308移位 $1.5T$ 。这些时钟都是通过对在 T_{sync} 开始的 T -周期参考时钟分频后再将它们的相位彼此移位 $0.5T$ 而形成的。

在图13 (a) 的情况下, 与记录脉冲部分 α_1T 、 α_2T 、 α_3T 、 α_4T 、 α_5T 相对应的门脉冲组G1a与周期P1a、P2a、P3a、P4a和P5a中的每一个同步。

在图13 (b) 的情况下, 与记录脉冲部分 α_1T 、 α_2T 、 α_3T 、 α_4T 、 α_5T 相对应的门脉冲组G1b与周期P1b、P2b、P3b、P4b和P5b中的每一个同步。

在图13 (c) 的情况下, 与记录脉冲部分 $\alpha_1'T$ 、 $\alpha_2'T$ 、 $\alpha_3'T$ 、 $\alpha_4'T$ 、 $\alpha_5'T$ 相对应的门脉冲组G2a与周期R1a、R2a、R3a、R4a和R5a中的每一个同步。

在图13 (d) 的情况下, 与记录脉冲部分 $\alpha_1'T$ 、 $\alpha_2'T$ 、 $\alpha_3'T$ 、 $\alpha_4'T$ 、 $\alpha_5'T$ 相对应的门脉冲组G2b与周期R1b、R2b、R3b、R4b和R5b中的每一个同步。

在此, 记录脉冲产生的门脉冲组G1a、G1b、G2a和G2b与在图1中组合的门脉冲1、门脉冲2和门脉冲4相同。也就是说, 在图1中, 用于产生第一脉冲 α_1T 的门脉冲1、用于产生中间脉冲组 α_iT ($2 \leq i \leq m-1$) 的门脉冲2和用于产生最后脉冲 α_mT 的门脉冲4是单独产生的并在随后组合产生门脉冲组G1a和G1b。在图1中, 第一脉冲 $\alpha_1'T$ 、中间脉冲组 $\alpha_i'T$ ($2 \leq i \leq m-1$) 和最后脉冲 $\alpha_m'T$ 单独产生并在随后组合产生门脉冲组G2a和G2b。

当 n 为奇数时, 通过产生与 nT 的前端同步的 $\alpha_1'T$ 的门脉冲并产生具有 $2.5T$ 延迟的 $2T$ -周期的中间脉冲组 $\alpha_i'T$, 由图1的门脉冲1独立产生第一脉冲则可以处理 ($\alpha_i' + \beta_i'$) 为2.5的情况。这相当于把图1中的门脉冲2的 T_{d2} 设置为 $2.5T$ (当存在一个延迟 T_{d1} 时, 再加上延迟 T_{d1})。

门脉冲组G1a、G1b、G2a和G2b选择如下。首先, 以 T_{sync} 作为参考, 确定 T -周期参考时钟300的起始点, 并且检验在该起始点之后到标记长度 nT 上升是偶数个时钟周期 T 还是奇数个时钟周期 T 。具体来说, 是使用的在 T_{sync} 复位的1-比

特加法器并且每个周期加1。如果结果为0，则确定经过的时间为偶数个周期；而如果结果为1，则经过的时间确定为奇数个周期。也就是说，如果从参考时间 T_{sync} 到 nT 标记前端所经过的时间是偶数个周期 T ，则根据 n 是偶数还是奇数来选择门脉冲信号组G1a或G2b。如果从参考时间 T_{sync} 到 nT 标记前端所经过的时间是奇数个周期 T ，则根据 n 是偶数还是奇数来选择门脉冲信号组G1b或G2a。因此，通过使用四个彼此移位 $0.5T$ 的 $2T$ -周期参考时钟的组合，可以产生呈现为以 T_0 为起始点，产生的一系列 nT 标记的所有记录脉冲。

如果要确定空闲脉冲部分和擦除功率 P_e 的光照射的部分的长度，则需要注意空闲脉冲部分 $\beta_m T$ 。也就是说，希望提供约 $\pm 1T$ 的余量而不是周期 $2T$ 的标记的后端。在这种情况下，最后空闲脉冲 β_m 或 β_m' 的定时不必特别定义。因此，最好产生与图1的门脉冲3相对应的门信号。例如，以 nT 标记的前端作为参考，门信号根据 n 是偶数还是奇数来产生，也就是说，当 n 为偶数时产生延迟时间为 T_{d1} 的 $\Sigma(\alpha_i + \beta_i)$ 的门脉冲G3；当 n 为奇数时产生延迟时间为 T_{d1} 的 $\Sigma(\alpha_i' + \beta_i')$ 的门脉冲G4，从而根据下面的情况照射具有不同功率的光。(1) 在G3和G4均空闲(off)期间，照射功率为 P_e 的光；(2) 在G3或G4工作(on)期间，照射功率为 P_b 的光；(3) 在G3和G1a同时工作期间，在G1a工作部分照射功率为 P_w 的光；(4) 在G3和G1b同时工作期间，在G1b工作部分照射功率为 P_w 的光；(5) 在G4和G2a同时工作期间，在G2a工作部分照射功率为 P_w 的光；并且(6) 在G4和G2b同时工作期间，在G2b工作部分照射功率为 P_w 的光。

上述的门脉冲优先权的关系通过把门脉冲空闲/工作与逻辑0和1电平对应并对每个门控逻辑信号执行OR操作来确定。

图12和图13表示以下的一种情况，即出于简便的目的，第一记录脉冲 $\alpha_1 T$ 、 $\alpha_1' T$ 的前沿处于 nT 标记的前端，即与要记录的 nT 标记的前端同步。如果标记有延迟，则从把空白长度保持在一个希望值的角度出发，最好使 $\alpha_1 T$ 和 $\alpha_1' T$ 的前沿具有相同延迟 T_{d1} 。

(分割记录脉冲产生方法3)

下面的描述涉及分割记录脉冲产生方法的另一个例子，该分割记录脉冲产生方法基于通过对周期为 T 的参考时钟分频而获得的 $2T$ -周期的时钟信号。这种方法允许根据比分割记录脉冲产生方法1更常用的规则来设计逻辑电路。

具体来说，正如在脉冲产生方法2中一样，处理过程根据 nT 标记的 n 值是

奇数还是偶数来确定。在分割记录脉冲产生方法2中，具有相同分割数的偶数长度标记与奇数长度标记之间的标记长度差 $1T$ 的校正可分配给第一和最后记录脉冲周期。但是，在脉冲产生方法3中，标记长度差 $1T$ 的校正可通过调节中间分割记录脉冲组中的空闲脉冲长度 $\beta_i T$ ($2 \leq i \leq m-1$) 来进行。

5 也就是说，对于 n 为偶数（即标记长度是 $nT=2LT$ (L 是大于等于2的整数)) 的标记的记录来说，该标记被分割为 $m=L$ 个部分，并且记录脉冲部分 $\alpha_i T$ 和空闲脉冲部分 $\beta_i T$ 中的 α_i 和 β_i 定义如下：

$$T_{dl} + \alpha_1 = 2 + \varepsilon_1$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (2 \leq i \leq m)$$

10 另一方面，对于 n 为奇数（即标记长度是 $nT = (2L+1)T$ ）的标记的记录来说，该标记被分割为 $m=L$ 个部分，并且记录脉冲部分 $\alpha_i' T$ 和空闲脉冲部分 $\beta_i' T$ 中的 α_i' 和 β_i' 定义如下：

$$T_{dl}' + \alpha_1' = 2 + \varepsilon_1'$$

$$\beta_1' + \alpha_2' = 2.5 + \varepsilon_2'$$

$$15 \quad \beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (3 \leq i \leq m-1)$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.5 + \varepsilon_3'$$

（当 $L=2$ 时，假设 $\beta_1' + \alpha_2' = 2.5 + \varepsilon_2'$ 或 $\beta_1' + \alpha_2' = 3 + \varepsilon_2'$ ）。

β_1 、 α_2 、 β_{m-1} 、 α_m 、 β_1' 、 α_2' 、 β_{m-1}' 和 α_m' 满足下面的等式。

$$\beta_1 + \alpha_2 + \beta_{m-1} + \alpha_m + \Delta_2 = \beta_1' + \alpha_2' + \beta_{m-1}' + \alpha_m'$$

20 （式中， $\Delta_2 = 0.8-1.2$ ）

α_i 、 β_i 、 α_i' 、 β_i' 、 T_{dl} 、 T_{dl}' 、 ε_1 、 ε_1' 、 ε_2' 和 ε_3' 的值可根据 L 的值而变化。

T_{dl} 和 T_{dl}' 是从标记长度调制原始信号中的 nT 标记起始端到第一记录脉冲 $\alpha_1 T$ 上升为止的延迟或超前时间。它们通常是介于-2和2之间的实数。 T_{dl} 和
25 T_{dl}' 的正值表示延迟。 T_{dl} 和 T_{dl}' 最好设置为接近常值，与 L 值无关。

α_i 、 β_i 、 α_i' 、 β_i' 通常为0-2之间的实数，最好在0.5-1.5之间。

ε_1 、 ε_1' 、 ε_2' 和 ε_3' 通常为介于-1和1之间的实数，最好在-0.5和1.5之间。它们根据需要被用作校正值，以用于实现形成周期 $2T$ 的分割脉冲周期
($\beta_{i-1} + \alpha_i$) T 中的精确标记长度或空白长度。

30 在脉冲产生方法3中，在记录过程中，与 $n=2LT$ 和 $n=(2L+1)T$ (L

相同) 相对应的两个标记均被分割为相同分割数 L 的记录脉冲。也就是说, 当 n 为2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, ...时, 相应的 n 的记录脉冲数被设置为1, 1, 2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5...。例如, 在EFM调制信号中, 当 $n=3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ 时, 分割数 m 按顺序设置为 $m=1, 2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5, 5$ 。在EFM+信号中, 增加 $n=14$ 。此时, 分割数 m 设置为7。在(1, 7)-RLL-NRZI调制中, 在 $n=2$ 的情况下, 分割数 m 也设置为1。

为了记录分割数相同的两种 $n=2L$ 和 $2L+1$ 的标记长度, 周期 $(\beta_1 + \alpha_2)T$ 和周期 $(\beta_{m-1} + \alpha_m)T$ 均被增加或减小 $0.5T$ 以用于调节它们的长度。在标记长度记录中重要的是通过标记前后端的波形确定标记两端位置和抖动。只要能
10 够获得中间部分的正确幅度, 标记的中间部分就不会对标记两端的抖动造成很大的影响。以上的调节方法利用了以下的事实, 即只要标记没有呈现出光学分离, 那么如果标记中间部分的记录脉冲周期增加或减小 $0.5T$, 则标记长度只增加或减小一个相应的量, 并且不会显著影响标记两端的抖动。

在脉冲产生方法3中, $2T$ 被用作任意标记长度的基本记录脉冲周期。可针对每个标记长度或每个 i 优化 α_i, β_i 的占空比, 但最好提供以下的限制, 以便于
15 简化记录脉冲产生电路。

就标记前端而言, 当 L 值大于等于3时, $\alpha_1, \beta_1, \alpha_1', \beta_1'$ 均最好设置为常数而与 L 无关。更进一步, 优选 $\alpha_1' = 0.8\alpha_1 - 1.2\alpha_1$ 且 $\beta_1' = \beta_1 + \text{大约}0.5$ 。再进一步, 优选 $\beta_1' = \beta_1 + 0.5, \alpha_1 = \alpha_1'$ 且 $\beta_1 = \beta_1'$ 。标记前端的位置几乎是由第一记录脉冲的前沿确定的。也就是说, 如果 $\alpha_1 T = \alpha_1' T$ 的前沿位置被设置为滞后标记长度 nT 的起始端一个恒定的延迟时间 T_{dl} , 则实际的标记前端位置几乎是唯一确定的。另一方面, 就标记前端的抖动而言, 如果在假设 $\alpha_1 T$ 基本上等于 $\alpha_1' T$ 时 $\beta_1 T$ 大过一个特定的长度(在实际中是 $0.5T$), 那么与 n 值
20 无关, 仅通过把 β_1' 设置为接近 $\beta_1' = \beta_1 + 0.5$ 就可把抖动保持在一个令人满意的程度内。

至于标记的后端, 当 L 值大于等于3时, $\alpha_m, \beta_m, \alpha_m', \beta_m'$ 均最好设置为常数而与 L 无关。更进一步, 优选 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + \text{大约}0.5, \alpha_m' = 0.8\alpha_m$ 至 $1.2\alpha_m$ 且 $\beta_m' = 0.8\beta_m$ 至 $1.2\beta_m$ 。再进一步, 优选 $\beta_{m-1}' = \beta_{m-1} + 0.5, \alpha_m = \alpha_m'$ 且 $\beta_m = \beta_m'$ 。

30 当 $L=2$ 时, 优选 $\beta_1' = \beta_1 + 0.5$ 至 $1.5, \alpha_m' = \alpha_m' + 0$ 至 1 , 并且 $\beta_m' = 0.8\beta_m$

至 $1.2\beta_m$ 。但是，无论哪种情况中，都希望 $\alpha_m T$ 和 $\alpha_m' T$ 的后沿与标记长度 nT 的后端同步，在它们之间有一个预定的时间差。

5 标记的后端位置不仅取决于最后记录脉冲 $\alpha_m T$ （或 $\alpha_m' T$ ）的后沿位置，而且还取决于标记后端位置前后的记录层温度的冷却过程。尤其是在形成非晶态标记的相变介质中，标记后端位置根据最后空闲脉冲部份 $\beta_m T$ （或 $\beta_m' T$ ）控制的记录层温度的冷却速度而定。因此，如果 $\alpha_m T$ 和 $\alpha_m' T$ 相对于 nT 标记的后端移位一个预定的时间并且 $\beta_m' = \beta_m$ ，则标记后端位置几乎是唯一确定的。

10 另一方面，就后端抖动而言，如果 β_{m-1} 、 β_{m-1}' 、 α_m 、 α_m' 大于一个预定长度，则产生的抖动较小并且几乎是通过 $\beta_m' = \beta_m$ 来控制。优化 $\beta_m' = \beta_m$ 可产生接近最佳的抖动。

15 还是在脉冲产生方法3中，尤其是在高密度记录的处理过程中， T_{d1} 、 α_1 、 α_1' 、 β_1 、 β_1' 、 α_m 、 α_m' 、 β_m 和 β_m' 的值可在大约 $\pm 20\%$ 的范围内细调，以便根据紧接着记录标记之前或之后的标记或空白校正热干扰。在上面的解释中，“大约0.5”或“大约1”的表述意味着允许细调的程度。

为了进一步简化脉冲产生电路，当 L 大于等于3时， α_i 和 α_i' 可设置为常数，而与 $2 \leq i \leq m-1$ 的 i 无关。也就是说，

$$\alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_{m-1}$$

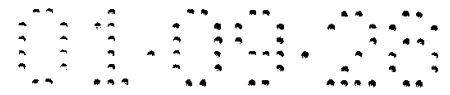
$$\alpha_2' = \alpha_3' = \dots = \alpha_{m-1}'$$

20 在此，所谓“ L 大于等于3”是建立分割数大于等于3因而除了第一和最后分割脉冲之外还有一个或多个中间分割记录脉冲的条件。

25 优选地，当 L 大于等于3时， $2 \leq i \leq m-1$ 的 α_i 和 α_i' 的值分别被设定为常数值 α_c 和 α_c' ，它们与 L 无关。更进一步，优选 $\alpha_c = \alpha_c'$ 。在标记长度记录中，只要产生合适的信号幅度，则标记中间部分的形成几乎对标记两端的位置和抖动没有影响。因此，在大部分情况下，可进行如上所述的统一设置，即 $\alpha_i = \alpha_i' = \alpha_c$ ($2 \leq i \leq m-1$)。

再进一步，对于 $2 \leq i \leq m-1$ 来说， α_m 和 α_m' 最好设置为与 α_i 和 α_i' 相同的值。

30 当 $L=1$ 时，即标记长度 nT 为 $2T$ 或 $3T$ 时，优选 $m=1$ 。此时，周期 $(\alpha_1 + \beta_1) T$ 和 $\alpha_1 - \beta_1$ 的占空比（或者周期 $(\alpha_1' + \beta_1') T$ 和 $\alpha_1' - \beta_1'$ 的占空比）可被



调节用以实现希望的标记长度和抖动。如果对于 $n \geq 4$ 来说 β_1 或 β_1' 是常数, 则对于 $n \geq 4$ 来说 β_m 或 β_m' 也使用与 β_1 或 β_1' 相同的值。

当 $0 \leq T_{d1} \leq 2$ 且 $0 \leq T_{d1}' \leq 2$ 时, 这些分割记录脉冲可按如下方式形成。

首先, (1) 假设原始标记长度调制信号与周期为 T 的第一参考时钟同步产生。以标记长度调制信号的 nT 标记的起始端作为参考, 产生延迟时间为 T_{d1} (或 T_{d1}') 的第一记录脉冲 $\alpha_1 T$ (或 $\alpha_1' T$)。接着, (2) 在一个时间差 ε_3 (或 ε_3') 之后, 产生最后记录脉冲 $\alpha_m T$ (或 $\alpha_m' T$) 以使其后沿与 nT 标记的后端对齐。之后 (3) 对于 $\alpha_i T$ 和 $\beta_i T$ ($2 \leq i \leq m-1$) (当 L 大于等于3时产生的中间分割记录脉冲) 来说, $\alpha_2 T$ 在 nT 标记的起始端之后 $4T$ 下降并在之后产生周期为 $2T$ 的 $\alpha_i + \beta_{i-1}$ 。 (4) 当 n 为奇数 ($n=2L+1$) 时, $\alpha_2' T$ 在 nT 标记的起始端之后 $4T$ 下降并在之后产生 $\alpha_i' + \beta_{i-1}'$ 。

在上面的例子中, 也是在 ε_1 、 ε_1' 、 ε_2' 和 ε_3' 不为0时, 在中间分割记录脉冲组中至少 $\alpha_2 T$ 或 $\alpha_2' T$ 的后沿被精确产生, 其在 nT 标记的起始端之后为 $4T$ 或 $4.5T$ 的延迟时间。因此, 至少中间分割记录脉冲组可与 $2T$ -周期的参考时钟同步, 该参考时钟是通过预先对 T -周期的参考数据时钟分频产生的。

图24表示在通过组合多个 $2T$ -周期参考时钟执行本发明的记录脉冲分割方法时的记录脉冲之间的关系。

在图24中, 为了简便起见, 对于任意 i 来说, 在记录脉冲部分期间照射的光的记录功率 P_w 、在空闲脉冲部分期间照射的光的偏置功率 P_b 和在不是这些部分期间照射的光的擦除功率 P_e 所示均为恒定的。尽管这些功率所示为具有 $P_b < P_e < P_w$ 的关系, 但这些功率可根据 n 和 i 值设置为不同的值。特别是, $\alpha_1 T$ 和 $\alpha_1' T$ 中的记录功率 P_{w1} 以及 $\alpha_m T$ 和 $\alpha_m' T$ 中的记录功率 P_{wm} 的设置可与其它部分 $\alpha_i T$ ($i=2$ 至 $m-1$) 中的记录功率 P_{wi} 不同。

另外, 在图24中, 为简便起见, 假定 $\varepsilon_1 = \varepsilon_1' = \varepsilon_2' = \varepsilon_3' = 0$, 而且第一记录脉冲 $\alpha_1 T$ 和 $\alpha_1' T$ 所示为在进行记录的 nT 标记的前端之后 $2T$ 下降, 并且 $\alpha_m T$ 和 $\alpha_m' T$ 的后沿所示为与 nT 标记的后端一致。

在图24中, 参考数字220表示 T -周期的参考时钟。

图24 (a) 表示与原始标记长度调制信号的 nT 标记相关的方波, 其中221表示长度为 $2LT$ 的标记且222表示长度为 $(2L+1) T$ 的标记。在此, 尽管所示为对应于 $L=5$ 的两种标记, 但通过在每当 L 加1或减1时增加或减去 $2 \leq i \leq m-1$ 中的中

间的 $2T$ 周期则可以处理 L 值的其它情况。

图24 (b) 表示当 $n=2L=10$ 时的分割记录脉冲的波形, 图24 (c) 表示当 $n=2L+1=11$ 时的分割记录脉冲的波形。

在图24 (b) 中, $2T$ -周期参考时钟225通过对 T -周期参考时钟223分频获得, T -周期参考时钟223相对于 T -周期参考时钟220没有相移。当 $T_{d1} + \alpha_1 = 2T$ 时, 每个记录脉冲 $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 的后沿与 $2T$ -周期参考时钟225同步。与 $2T$ -周期参考时钟225同步, $\alpha_i - \beta_i$ 的占空比被调节用于产生记录脉冲波形227。

在图24 (c) 中, $2T$ -周期参考时钟226通过对 T -周期参考时钟224分频获得, T -周期参考时钟224与 T -周期参考时钟220相差为 $0.5T$ 。每个记录脉冲 $\alpha_i' T$ ($2 \leq i \leq m$) 的后沿与 $2T$ -周期参考时钟226同步。与参考时钟226同步, $\beta_{i-1} - \alpha_i$ 的占空比被调节用于产生记录脉冲波形228。

以此方式, 通过使用 T -周期的第一参考时钟1 (223) 和与该 T -周期的第一参考时钟相差为 $0.5T$ 的 T -周期第二参考时钟2 (224), 可产生与 $2T$ -周期参考时钟3 (225) 同步的 α_i ($1 \leq i \leq m$), 其中 $2T$ -周期参考时钟3 (225) 是通过对参考时钟1分频获得的, 并且可产生与 $2T$ -周期参考时钟4 (226) 同步的 α_i' ($2 \leq i \leq m-1$), 其中 $2T$ -周期参考时钟4 (226) 是通过对参考时钟2分频获得的, 由此可容易地产生对应于 $2L$ 和 $2L+1$ 的分割记录脉冲。

在图24中, 标记长度 $2LT$ 和 $(2L+1)T$ 所示为在 T_2 和 T_4 处它们的后端彼此对齐。因此, 在 $2T$ -周期参考时钟225和226之间只有两种可能的关系 (b) 和 (c)。但在实际当中, 当使用 $2T$ -周期的参考时钟时, 这些标记长度的前端位置可以彼此相差 $1T$, 不过它们与 $2T$ 周期同相。因此, 与分割记录脉冲产生方法2一样, 分割记录脉冲产生方法3也需要考虑以下的事实, 即存在图13 (a)、(b)、(c) 和 (d) 所示的 n 为奇数和 n 为偶数的四种可能关系。

之后, 通过使用图13的 $2T$ -周期时钟串4, 在 (1a) 的情况下, 对应于记录脉冲部分 $\alpha_1 T$ 、 $\alpha_2 T$ 、 $\alpha_3 T$ 、 $\alpha_4 T$ 、 $\alpha_5 T$ 的门脉冲组 $G1a$ 与周期 $P1a$ 、 $P2a$ 、 $P3a$ 、 $P4a$ 、 $P5a$ 中的每一个同步产生; 在 (1b) 的情况下, 对应于记录脉冲 $\alpha_1 T$ 、 $\alpha_2 T$ 、 $\alpha_3 T$ 、 $\alpha_4 T$ 、 $\alpha_5 T$ 的门脉冲组 $G1b$ 与周期 $P1b$ 、 $P2b$ 、 $P3b$ 、 $P4b$ 、 $P5b$ 中的每一个同步产生; 在 (2a) 的情况下, 对应于记录脉冲 $\alpha_1' T$ 、 $\alpha_2' T$ 、 $\alpha_3' T$ 、 $\alpha_4' T$ 、 $\alpha_5' T$ 的门脉冲组 $G2a$ 与周期 $R1a$ 、 $R2a$ 、 $R3a$ 、 $R4a$ 、 $R5a$ 中的每一个同步产生; 并且在 (2b) 的情况下, 对应于记录脉冲 $\alpha_1' T$ 、 $\alpha_2' T$ 、

$\alpha_3'T$ 、 $\alpha_4'T$ 、 $\alpha_5'T$ 的门脉冲组G2b与周期Q1b、Q2b、Q3b、Q4b、Q5b中的每一个同步产生。

与分割记录脉冲产生方法2中的情况一样，这些记录脉冲产生门脉冲组G1a、G1b、G2a和G2b与在图1中的门脉冲1、门脉冲2和门脉冲4的组合相同。

也就是说，如图1所示，在产生G1a和G1b时，用于产生第一脉冲 α_1T 的门脉冲1、用于产生中间脉冲组 α_iT ($2 \leq i \leq m-1$)的门脉冲2和用于产生最后脉冲 α_mT 的门脉冲4分别产生再进行组合。或者，在产生G2a和G2b时，如图1所示，第一脉冲 $\alpha_1'T$ 、中间脉冲组 $\alpha_i'T$ ($2 \leq i \leq m-1$)和最后脉冲 $\alpha_m'T$ 分别产生再组合。当 ε_1 、 ε_1' 、 ε_2' 和 ε_3' 不为0时，第一记录脉冲 α_1T 、 $\alpha_1'T$ 可被给定周期P1a、Q1a、P1b或Q1b的预定时间差，并且最后记录脉冲 α_mT 、 $\alpha_m'T$ 可被给定周期P5a、P5b、Q5a或Q5b的预定时间差。

另一方面，为了确定空闲脉冲部分和Pe功率照射部分，我们必须考虑标记的最后空闲脉冲部分 β_mT 不规则的事实。也就是说，标记后端的周期不必是 $2T$ 并且必须给出大约 $2T \pm 1T$ 的余量。这可以通过特别定义最后空闲脉冲 β_m 或 β_m' 来处理。因此产生对应于图1所示门脉冲3的门信号。

也就是说，当n为偶数时产生相对于nT标记前端具有延迟时间 T_{d1} 的 $\Sigma(\alpha_i + \beta_i)T$ 的门脉冲G3；并且当n为奇数时产生相对于nT标记前端具有延迟时间 T_{d1}' 的 $\Sigma(\alpha_i' + \beta_i')$ T的门脉冲G4。那么，在G3或G4空闲(off)期间，照射具有擦除功率Pe的光；在G3或G4工作(on)期间，照射具有偏置功率Pb的光；在G3和G1a同时工作期间，通过响应G1a工作部分照射具有记录功率Pw的光；在G3和G1b同时工作期间，通过响应G1b工作部分照射具有记录功率Pw的光；在G4和G2a同时工作期间，通过响应G2a工作部分照射具有记录功率Pw的光；并且在G4和G2b同时工作期间，通过响应G2b工作部分照射具有记录功率Pw的光。上述的门脉冲优选关系通过使门脉冲空闲/工作与逻辑0和1电平对应并对每个门控逻辑信号执行OR操作来确定。

简而言之，用于产生记录脉冲部分 α_iT 的所有门脉冲可通过下面的步骤产生。(1) 产生与在记录轨迹的预定位置形成的时钟标记相对应的参考时间 T_{sync} ；

(2) 产生四个参考时钟：一个 $2T$ -周期的参考时钟1a，它在作为起始点的参考时间 T_{sync} 产生；一个 $2T$ -周期的参考时钟2a，它相对于参考时钟1a超前 $0.5T$ 产



生；一个 $2T$ -周期的参考时钟 $1b$ ，它相对于参考时钟 $1a$ 超前 $1T$ 产生；和一个 $2T$ -周期的参考时钟 $2b$ ，它相对于参考时钟 $1a$ 超前 $1.5T$ 产生；(3) 当记录 $nT=2LT$ 的标记时，产生与参考时钟 $1a$ 或 $1b$ 之任意一个同步的门脉冲组 $G1a$ 、 $G1b$ ，这两个脉冲组具有与 $\alpha_1 T$ 、 $\alpha_i T$ ($2 \leq i \leq m-1$) 和 $\alpha_m T$ 部分相对应的定时；(4)
5 当记录 $nT=(2L+1)T$ 的标记时，产生与参考时钟 $2a$ 或 $2b$ 之任意一个同步的门脉冲组 $G2a$ 、 $G2b$ ，这两个脉冲组具有与 $\alpha_1' T$ 、 $\alpha_i' T$ ($2 \leq i \leq m-1$) 和 $\alpha_m' T$ 部分相对应的定时。

门脉冲组 $G1a$ 、 $G1b$ 、 $G2a$ 和 $G2b$ 可选择如下。首先，检验在作为起始点的参考时间 T_{sync} 之后偶数个时钟周期 T 还是奇数个时钟周期 T 标记长度 nT 上升。具体来说，是使用了在 T_{sync} 复位的1-比特加法器并且每个周期加1。如果结果为0，
10 则确定经过的时间为偶数个周期；如果结果为1，则经过的时间被确定为奇数个周期。也就是说，如果从参考时间 T_{sync} 到 nT 标记前端所经过的时间是偶数个周期 T ，则根据 n 是偶数还是奇数来选择门信号组 $G1a$ 或 $G2b$ 。如果从参考时间 T_{sync} 到 nT 标记前端所经过的时间是奇数个周期 T ，则根据 n 是偶数还是奇数来
15 选择门信号组 $G1b$ 或 $G2a$ 。因此，通过使用四个彼此移位 $0.5T$ 的 $2T$ -周期参考时钟的组合，可以产生所有以 T_0 为起始点产生的一系列 nT 标记的记录脉冲。

利用上述分割记录脉冲产生方法1、2和3，通过在 $1T$ 、 $1.5T$ 、 $2T$ 和 $2.5T$ 保持至少中间脉冲组 $(\alpha_i + \beta_i) T$ 或 $(\alpha_i + \beta_{i-1}) T$ ($2 \leq i \leq m-1$) 的转换周期恒定，并且通过改变 $\alpha_i - \beta_i$ 的占空比和 $\alpha_i' - \beta_i'$ 的占空比，即使在使用具有不同
20 特性的介质时或者在以不同线速度使用相同的介质时，也可以容易地找出最佳的分割记录脉冲策略。

本发明的光记录介质对相变介质特别有效，在相变介质中，通过在晶体状态的介质上形成非晶态标记来重写信息，该晶体状态被用作未记录状态或擦除状态。

25 在具有不同线速度的相同介质上进行记录时，本发明的光记录方法也是有效的。通常，恒定的密度记录是常用的，它不以线速度作为依据，而是在多个线速度保持 vT 乘积恒定，其中 v 是线速度， T 是时钟周期。

例如，当按照 $v \times T$ 保持恒定这样的方式以多个线速度 v 在相同的记录介质上执行基于标记长度调制方案的记录时， L 等于或大于2时的脉冲产生方法2不
30 考虑线速度而保持 $(\alpha_i + \beta_i) T$ 或 $(\alpha_i' + \beta_i')$ T ($2 \leq i \leq m-1$) 的周期恒定，并

且不考虑线速度而保持每个i的 Pw_i 、 Pb_i 和 Pe 接近恒定，并且随着线速度变慢而减小 α_i 和 α_i' ($1 \leq i \leq m$) (JP-A9-7176)。结果则可以在各种线速度下进行令人满意的重写。

5 当按照 $v \times T$ 保持恒定这样的方式以多个线速度 v 在相同的记录介质上执行基于标记长度调制方案的记录时， L 等于或大于2时的脉冲产生方法3不考虑线速度而保持 $(\beta_{i-1} + \alpha_i) T$ 或 $(\beta_{i-1}' + \alpha_i')$ ($2 \leq i \leq m$)的周期恒定，并且不考虑线速度而保持每个i的 Pw_i 、 Pb_i 和 Pe 恒定，并且随着线速度变慢而单调减小 α_i 和 α_i' (JP-A9-7176)。结果则可以在各种线速度下进行令人满意的重写。

10 在上面的两个例子中，所谓“ Pw_i 、 Pb_i 和 Pe 与线速度无关而几乎恒定”意味着最小值在最大值的大约20%之内，优选为在10%之内。更进一步， Pw_i 、 Pb_i 和 Pe 最好完全与线速度无关而实际上为恒定。

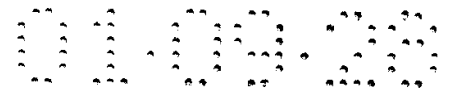
15 在上面的两个例子中，随着线速度的降低而在 $(\alpha_i + \beta_i) T$ 中减小 α_i 并增加 β_i 并且在 $(\alpha_i + \beta_i) T$ 中减小 α_i 并增加 β_{i-1} 的方法对相变介质特别有效。这是因为，在相变介质中，记录层的冷却速度随着线速度的降低而变慢并且必须通过增加空闲脉冲部分 β_i 的比例来提高冷却效果。此时，对于使用的所有线速度 v 和所有的 L 来说， β_i 和 β_i' 优选设置为 $0.5 < \beta_i \leq 2.5$ 且 $0.5 < \beta_i' \leq 2.5$ ，最好为 $1 \leq \beta_i \leq 2$ 且 $1 < \beta_i' \leq 2$ ，以保证把介质变为非晶态的冷却时间。

20 在上面的两个例子中，进一步优选地，对于所有线速度来说， $\alpha_i T$ 和 $\alpha_i' T$ ($2 \leq i \leq m-1$)保持恒定，即中间记录脉冲具有几乎为恒定的绝对时间长度。所谓“几乎为恒定”意味着它们在每个线速度具有大约 $\pm 0.1T$ 的变化范围。此时，参考时钟 T 随着线速度的降低而变大，因此，在中间脉冲组中的 α_i 和 α_i' 必须单调降低。尽管第一记录脉冲部分 $\alpha_i T$ 、 $\alpha_i' T$ 可以保持恒定，但它们最好应当在每个线速度进行细调。在每个线速度最好细调 β_m 和 β_m' 。在该情况下，优选地， β_m 和 β_m' 设置为常数或者随着线速度的降低而增加。

25 在上面的三个脉冲产生方法1，2和3中，当参考时钟周期 T 小于可记录DVD的1倍速时（线速度3.5m/s；并且参考时钟周期 T 是38.2纳秒）， n - ($\eta_1 + \eta_2$)以及第一和最后脉冲最好应当根据之前和/或之后标记长度或空白长度进行控制。

下面将描述证明本发明特别有效的实例。

30 第一种情况是，为了执行高密度记录，在记录期间的线速度被设置为高达



10m/s或更高并且最短标记长度短到了0.8μm或更短。由于最短标记长度被表示为nT xV，其中V是线速度，所以最短标记长度的降低将会使参考时钟周期T变短。

另外有效的是，为了执行高密度记录，把记录光的波长设置为500nm或更短，用于聚焦记录光的透镜的数值孔径设置为高达0.6或更大，记录光的光束直径设置为一个小值，并且最短标记长度设置为短到了0.3μm或更短。

另外有效的是，使用诸如8-16调制方案和(1, 7)-RLL-NRZI调制方案这样的高密度记录调制方案作为标记长度调制方案。

另一种情况是，标记长度调制方案是EFM调制方案并且记录期间的线速度被设置为1.2m/s-1.4m/s的CD参考线速度的10倍这样非常高的速度，同时在记录期间保持记录线密度恒定。

又一种情况是，标记长度调制方案是EFM+调制方案、高密度记录方案，并且记录期间的线速度被设置为3.49m/s的DVD参考线速度的2倍或更高倍的速度，同时在记录期间保持记录线密度恒定。

接着，参考附图将描述标记长度调制信号的质量。

图5是表示在包含CD-RW的CD系列中使用的EFM调制信号的检索波形(眼图)的示意图。在EFM调制中，记录标记和空白长度可用3T-11T之间的时间长度，并且该眼图实际上随机包括从3T-11T的所有非晶态标记的检索波形。EFM+调制还包括14T的标记长度和14T的空白长度。

转换为反射率的眼图上端 I_{top} 是上端值 R_{top} ，并且由 I_{top} 标准化的眼图的振幅(实际上是11T标记的振幅) I_{11} 是如下表示的记录信号的调制 m_{11} 。

$$m_{11} = (I_{11}/I_{top}) \times 100\% \quad (1)$$

m_{11} 优选设置在40%-80%之间，并且特别重要的是把 m_{11} 设置为40%或更高。最好把信号幅度设置得大一些，但太大的信号幅度会使信号再现系统的放大器的增益变为过饱和。因此， m_{11} 的上限设置为大约80%。另一方面，太小的信号幅度将会减小信-噪比(SN比)，因此下限设置为大约40%。

另外，由下面的公式定义的不对称值Asym最好尽可能设置为接近0。

$$Asym = (I_{slice}/I_{11} - 1/2) (\%) \quad (2)$$

另外，希望检索信号的每个标记和空白的抖动接近参考时钟周期T的10%或更小，并且希望标记长度和空白长度接近nTxV(T是数据的参考时钟周期，



n是3-11的整数，而v是再现期间的线速度)。利用这种配置，使用商用CD-ROM驱动器的信号再现可以在低误码率下执行。在使用EFM+调制方案的可记录DVD介质中，公式(1)和(2)通过以14T标记的幅度 I_{14} 取代 I_{11} 来定义。该抖动被测量为所谓的边缘-时钟抖动，它通过使模拟检索信号经过均衡器以将其数字化来获得。在该情况下，抖动值优选为时钟周期的13%或更小，最好是9%或更小。

接着将解释在上述光记录方法中使用的优选光记录介质。

根据本发明记录的光记录介质包括：基于颜料的有机记录介质、磁光记录介质、相变记录介质和其它各种类型的记录介质。它们还包括一次写入式和可重写介质。在这些介质当中，可产生特别明显效果的是相变记录介质，特别是在其中非晶态标记可重写在晶体状态的介质上的可重写相变记录介质，晶体状态被用作未记录状态。

记录层特别优选的材料是在其中在晶体区和熔化区间的界面开始结晶的这类材料。

属于优选相变介质的是那些在记录层的SbTe低共熔组成物中依然包含过量Sb的介质。特别优选的组成物是在基于 $Sb_{70}Te_{30}$ 的低共熔组成物中包含过量Sb并且还有Ge的组成物。Sb/Te之比优选设置为4或更大。Ge的含量优选为10%的原子比或更小。这种记录层的例子是 $M_zGe_y(Sb_xTe_{1-x})_{1-yz}$ 合金(其中 $0 \leq z \leq 0.1$, $0 < y \leq 0.3$, $0.8 \leq x$; 而且M至少是以下元素之一，这些元素是In, Ga, Si, Sn, Pb, Pd, Pt, Zn, Au, Ag, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Co, Mo, Mn, Bi, O, N和S)。

正如上面所解释的，具有上述组成的合金是在 $Sb_{70}Te_{30}$ 低共熔点包含过量Sb的二元合金并且它包含Ge以改善与时间有关的稳定性和抖动，并且还至少包含由M表示的一系列元素之一，以便进一步减小抖动并改善线速度相关性和光学特性。另外，Te含量接近零的组成物可被看作是具有在接近 $Ge_{15}Sb_{85}$ 低共熔点的组成物中加入的Te或M元素的合金。

在上面的组成物中，Ge用于提高非晶态标记的与时间有关的稳定性，而不会降低由过量Sb提供的高速结晶功能。它被认为具有提高结晶温度并增加结晶激活能的能力。也就是说，在基于SbTe的低共熔组合物中主要由GeSbTe构成的上述合金记录层可提高Sb/Te之比，同时由于Ge的存在而抑制晶核的形成，并由此提高晶体生长速度。通常，晶核开始形成的温度低于晶体生长的温度，



在形成非晶态标记时，这一点对于在室温附近的标记的存储稳定性来说并不是希望的。在以上述GeSbTe作为主要成分的合金记录层中，由于在熔点附近的晶体生长是有选择地进行，因此该合金能够快速擦除并且在室温下非晶态标记具有优良的稳定性。从这一点来说，上述的合金记录层特别适合于高线速度记录。

作为上述组成物中的元素M，In和Ga可被使用。In在减小抖动和增加相关线速度余量方面特别有效。相变介质记录层更进一步的优选组成物是 $A^1_a A^2_b Ge_c (Sb_d Te_{1-d})_{1-a-b-c}$ 合金（其中 $0 \leq a \leq 0.1$ ， $0 < b \leq 0.1$ ， $0.02 < c \leq 0.3$ ， $0.8 \leq d$ ；而且 A^1 至少是以下元素之一，这些元素是Zn, Pd, Pt, V, Nb, Ta, Cr, Co, Si, Sn, Pb, Bi, N, O和S； A^2 是In和/或Ga）。

这些组成物是优选的，这是因为，与接近传统GeTe-Sb₂Te₃伪二元合金的组成物相比，单个细晶粒的反射率与晶面方向具有较小的相依性，从而向这些组成物提供了降低噪声的能力。

另外，具有上述高于80/20的Sb/Te比的基于SbTe的组成物是优异的，这是因为，它能够在等于或大于12倍CD线速度（约14m/s）或4倍DVD线速度（约14m/s）的高线速度下快速擦除。

另一方面，这种组成物在参考时钟周期小到了25ns或更小时呈现出一个特别大的问题。其原因如下。

上述组成物中的非晶态标记的擦除实际上是由从与围绕非晶态标记的晶体区的边界开始的晶体生长来控制的，并且非晶态标记内的晶核形成以及从晶核开始的晶体生长过程几乎对再结晶过程不起作用。随着线速度的增加（例如，达到大于10m/s），擦除功率 P_e 照射的时间也在变短，从而极大地缩短了晶体生长所必需的使记录层保持在熔点附近的高温时间。在上面的组成物中，尽管从非晶态标记周围的区域开始的晶体生长可通过增加Sb含量来促进，但增加Sb含量也会在熔化区再次凝固期间增加晶体生长速度。也就是说，在高线速度记录期间为了快速擦除非晶态标记而提高Sb含量会难以形成良好的非晶态标记。换言之，当从非晶态标记周围开始的再结晶速度提高到一定程度时，在用以记录非晶态标记而形成的熔化区的再次凝固期间，从围绕着熔化区开始的再结晶也会加快。

在上述组成物中，存在的一个问题是，在尝试进行高速擦除以实现高线速

度记录时会使非晶态标记的形成困难。另外，在高线速度下，时钟周期变短，从而会缩短空闲脉冲部分并降低冷却效果，进而会出现更为严重的问题。

与通用的基于传统GeTe-Sb₂Te₃伪二元合金的组成物相比，上述组成物的问题并不是特别大。在基于GeTe-Sb₂Te₃伪二元合金的组成物中，非晶态标记的擦除大部分是由非晶态标记内的晶核形成来起作用的，而且受晶体生长的影响不大。另外，在低温下，晶核的形成比晶体生长更为活跃。因此，在基于GeTe-Sb₂Te₃伪二元合金的组成物中，即使晶体生长较慢，再结晶也可通过产生大量的晶核来实现。另外，在低于熔点的温度下再次凝固的过程中，晶核不会产生而且晶体生长速度较慢，因此，在较小的临界冷却速度下，记录层容易变换为非晶态。

在SbTe低共熔组成物中含有过量Sb的组成物，特别是还包含Ge的组成物的记录层最好具有实际上由单相构成的晶体状态，而不会伴有相分离。晶体状态可通过执行初始化操作获得，该操作涉及加热并结晶化在使用溅射的薄膜沉积处理的初始阶段产生的非晶态记录层。所谓“实际上单相”意味着记录层可由单晶相或多晶相形成，并且当它由多晶相形成时，最好没有晶格失配。当它由单晶相形成时，记录层可以是具有相同晶相但具有不同取向的多晶层。

这种实际上单相的记录层可提高以下特性，如降低噪声、提高存储稳定性并且利用它更容易实现高速再结晶。这可以在下面得到解释。当包括六角结构的晶相、诸如Sb但具有大大不同的晶格常数的立方晶体、诸如在AgSbTe₂中可见的面心立方晶体以及属于其它空间群的其它晶相的各种晶相以混合状态存在时，会形成具有大晶格失配的晶粒间界。这被认为是对标记周围几何形状造成了破坏并且还产生光噪声。但在单相记录层中不会形成这种晶粒间界。

在记录层中形成的晶相类型很大程度上是根据在记录层执行的初始化方法来确定的。也就是说，为了在本发明中产生优选的晶相，记录层初始化方法应当最好采用以下措施。

记录层一般通过诸如溅射这样的物理真空沉积形成。紧接着薄膜形成之后的沉积状态通常是非晶态，因此应当被晶化以呈现为未记录/擦除状态。这个操作被称作初始化。举例来说，初始化操作包括：在从结晶温度（一般为150-300℃）直到熔点的温度范围内固相的炉内退火；使用激光束和闪光灯的光照射的光能进行退火；以及通过熔化的初始化。为了获得优选晶体状态的记录

层，最好进行熔化初始化。在固相退火的情况下，存在一个用于建立热平衡的时间余量，由此可能会形成其它晶相。

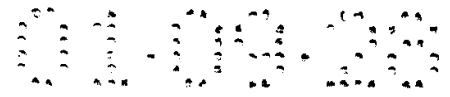
在熔化结晶时，可以熔化记录层并在随后的再凝固过程中直接使其再结晶。或者也可在再凝固过程中把记录层变为非晶态并在随后在接近熔点时使其再结晶。在该情况下，当结晶速度太慢时，可能会带来用以建立热平衡的时间余量，由此会形成其它晶相。因此最好把冷却速度提高到一定的程度。

例如，把记录层保持在熔点以上的时间通常优选设置为 $2\mu\text{s}$ 或更小，最好是 $1\mu\text{s}$ 或更小。对于熔化初始化来说，优选使用激光束。特别希望初始化过程使用其短轴几乎平行于扫描方向的椭圆激光束（这种初始化方法在下文被称作“整盘擦除”）。在该情况下，长轴的长度一般为 $10-1,000\mu\text{m}$ ，而短轴通常为 $0.1-10\mu\text{m}$ 。激光束的长轴和短轴的长度可被定义为在光束内测量的光能密度分布的半宽度。扫描速度通常约为 $3-10\text{m/s}$ 。当以高于至少本发明的相变介质可被重写记录的最大可用线速度的速度执行扫描时，在初始化扫描期间熔化的区域可变为非晶态。另外，以低于最大可用线速度 30% 的速度进行扫描会引起相分离，从而难以产生单相。扫描速度特别优选为最大可用线速度的 $50-80\%$ 。最大可用线速度本身被确定为可在该线速度下在以 P_e 功率照射介质时确保完全擦除的线速度上限。

激光源可使用半导体激光器、气体激光器和其它激光器。激光束的功率一般介于大约 100mW 到 2W 之间。

举例来说，在通过整盘擦除进行初始化期间，当使用盘类记录介质时，可以使椭圆光束的短轴方向基本上与圆周方向一致，通过旋转光盘而在短轴方向上扫描光盘，并且针对每一周而在长轴（径向）方向上移动光束，从而初始化整个表面。对于每一周来说，由光束在径向移动的距离最好比光束长轴短以便于重叠扫描，这样，相同的半径可被激光束照射多次。这种配置为可靠的初始化提供了条件并且避免了不均匀的初始化状态，这种不均匀的初始化状态是由光束径向的能量分布（一般为 $10-20\%$ ）引起的。当移动距离太小时，可能会形成其它不想要的晶相。因此，在径向的移动距离通常设置为光束长轴的 $1/2$ 或更大。

熔化初始化也可通过以下步骤完成：使用两个激光束；利用前一束光熔化记录层；并且利用第二束光使记录层再结晶。如果两束光的距离太大，则由前



束光熔化的区域在由第二束光再结晶之前凝固。

5 熔化/再结晶执行与否可以通过检验在记录层实际上利用间隔约为 $1\mu\text{m}$ 的记录光以非晶态标记重写之后的擦除状态的反射率 R_1 实际上是否等于初始化之后的未记录状态的反射率 R_2 来确定。当使用用于断续记录非晶态标记的信号模式时， R_1 的测量通常在已经执行了多次重写（通常为大约5-100次重写）之后进行。这样可以消除在只进行一次记录操作之后可能会以未记录状态的形式保留的空白的影响。

10 上述擦除状态可以不通过根据实际记录脉冲产生方法调制聚焦记录激光束来获得，而是可以通过照射DC方式的记录功率来熔化记录层并在随后将其再次固化来获得。

在本发明的记录介质的情况下， R_1 和 R_2 之间的差值最好尽可能设置得越小越好。

具体来说，进行如下定义的包含 R_1 和 R_2 的值优选设置为10（%）或更小，最好为5（%）或更小。

15
$$\frac{2|R_1 - R_2|}{R_1 + R_2} \times 100\%$$

例如，在 R_1 约为17%的相变介质中， R_2 需要在16-18%的范围内。

为了实现这种初始化状态，希望几乎与实际记录条件相同的热量随时间变化的关系通过初始化处理给出。

20 通过这种初始化方法获得的单晶相通常在Sb/Te之比大于4.5时是六角晶体，并且在Sb/Te之比小于4.5时是面心立方晶体。但这并不仅仅取决于Sb/Te之比。在以16倍于CD线速度和4倍于DVD线速度的速度进行记录时，记录层最好由单相的六角多晶构成。

25 本发明的相变介质通常在衬底上形成下保护层、相变记录层、上保护层和反射层。特别优选的是形成所谓的快速冷却结构，在该结构中，记录层有10-30nm厚、上保护层有15-50nm厚，反射层有30-300nm厚。当本发明的记录方法应用于上述光记录介质时，与所有记录标记的时间长度相关的 n/m 应当优选设置为1.5或更大。另外， n/m 最好设置为1.8或更大。 n/m 的上限一般约为4，优选为3，但也可根据诸如记录功率 P_w 和偏置功率 P_b 这样的其它条件而变化。基本上， n/m 只需在可给出充分冷却时间长度的范围内。

当光记录方法应用于一次写入式介质时，需要进行这样的设置，即 $P_e = P_b = P_r$ (r 是检索光功率)。也可设置 $P_e > P_r$ ，以便于提供剩余热效应。

本发明的记录方法并不取决于记录介质的层结构或光照射方法，它不仅可应用于具有衬底/保护层/记录层/保护层/反射层的层结构并且在其中检索/写入激光束通过衬底照射的介质，而且可应用于具有衬底/反射层/保护层/记录层/保护层的层结构并且在其中检索/写入激光束从与衬底相对的一侧照射的所谓薄膜侧入射类介质。另外，本发明的记录方法也可应用到组合这些介质来形成多个记录层的介质。

反射层具有促进热耗散并提高冷却速度的作用。因此，在本发明的记录介质中，反射层的选择非常重要。具体来说，在本发明中使用的反射层最好具有高的热耗散效应。

反射层的导热性被认为与其体积电阻率基本上成反比，从而反射层的热耗散效应与膜厚成正比。因此，反射层的热耗散效应通常被认为与表面电阻率成反比。因此在本发明中，优选使用表面电阻率为 $0.5 \Omega/\square$ 或更小，最好是 $0.4 \Omega/\square$ 或更小的反射层。体积电阻率最好在大约 $20n \Omega \cdot m$ 到 $100n \Omega \cdot m$ 的范围内。体积电阻率太大的材料实际上是不可用的。体积电阻率太大的材料不仅具有不良的热耗散效应，而且还会降低记录灵敏度。

反射层可能的材料包括铝、银和以这些材料作为主要成分的合金。

可用于反射层的铝合金的例子是在Al中至少加入Ta, Ti, Co, Cr, Si, Sc, Hf, Pd, Pt, Mg, Zr, Mo和Mn之一的铝合金。添加元素的含量一般在0.2%原子比到1%原子比之间。当这些含量太小时，耐小丘的能力 (hillock resistance) 往往不足；而当它们太大时，热耗散效应往往下降。

可用于反射层的银合金的例子是在Ag中至少加入Ti, V, Ta, Nb, W, Co, Cr, Si, Ge, Sn, Sc, Hf, Pd, Rh, Au, Pt, Mg, Zr, Mo和Mn之一的银合金。从提高与时间有关的稳定性的角度出发，添加的元素最好至少为Ti, Mg, Pd和Cu金属元素之一。添加元素的含量一般在0.2%原子比到3%原子比之间。当这些含量太小时，耐蚀力往往降低；而当它们太大时，热耗散效应往往下降。

体积电阻率与Al合金中的添加元素的含量以及Ag合金中的添加元素的含量成正比增加。

反射层一般通过溅射或真空沉积法形成。由于在反射层中包括制膜期间夹在其中的水和氧气的杂质总量应当优选设置为2%原子比或更小，因此希望在用于形成该层的处理室中的真空度设置为 1×10^{-3} Pa或更小。为了减少夹杂的杂质含量，沉积速率优选设置为1nm/秒或更高，最好为10nm/秒或更高。夹杂的杂质含量也可根据溅射时使用的合金靶的制造方法以及溅射气体（稀有气体，如Ar, Ne和Xe）来确定。

为了增强反射层的热耗散效果，反射层的材料最好尽可能实际上只由铝和银构成。

反射层也可以以多层的形式形成，以便提高热耗散效应和介质的可靠性。

例如，当反射层主要由具有大的热耗散效应的银制成并且在反射层和记录层之间加有含硫保护层时，在高温潮湿的加速实验环境下，银和硫的影响会给重复重写特性和耐蚀力带来问题。为了避免这些问题，可以在这两层之间提供由基于铝的合金形成的界面层，这样则可以获得包含铝层和银层的2-层反射层。在该情况下，界面层的厚度通常介于大约5nm到100nm之间，最好在5nm到50nm之间。当界面层太薄时，保护效果往往不够；当它太厚时，热耗散效应往往下降。

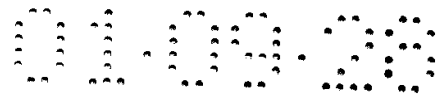
对于在希望的层厚下获得希望的平面电阻率来说，以多层的形式形成记录层也是有效的。

现在将利用典型实施例详细解释本发明。应当指出，本发明并不限于这些实施例，而是可应用于在本发明范围内的任何应用。

实施例1

在以寻迹纹槽（轨迹间距 $1.6 \mu\text{m}$ ，纹槽宽度约为 $0.53 \mu\text{m}$ ，纹槽深度约为37nm）形成的1.2mm厚的聚碳酸酯衬底上，通过在真空室进行溅射沉积了70nm厚的 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 保护层、17nm的 $\text{Ge}_5\text{Sb}_{77}\text{Te}_{18}$ 记录层，40nm的 $(\text{ZnS})_{85}(\text{SiO}_2)_{15}$ 保护层和220nm的 $\text{Al}_{99.5}\text{Ta}_{0.5}$ 合金。一层 $4 \mu\text{m}$ 厚的紫外线固化（curing）保护层覆在该衬底上并被固化，从而制造出相变型可重写光盘。

这种可重写光盘通过使用激光波长为810nm且光束直径约为 $108 \mu\text{m} \times 1.5 \mu\text{m}$ 的整盘擦除器在功率为420mW下进行初始结晶。另外，在激光波长为780nm且拾取装置的数值孔径NA为0.55的评价设备中，通过启动伺服装置，纹槽和纹间平面（land）利用9.5mV的DC光结晶一次，以便降低晶体级的噪声。



随后，在激光波长为780nm且拾取装置的数值孔径NA为0.55的评价设备中，纹槽在下面的条件下利用EFM调制随机模式进行重写：线速度为12m/s（CD的10倍速）、基本时间频率为43.1MHz、参考时钟周期T为23.1ns。EFM调制方案使用时间长度从3T到11T的标记。标记时间长度不同的这些标记被随机产生的模式是EFM调制随机模式。

这些模式通过使用上述脉冲分割方案3（当n=3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11时，分割数设置为m=1, 2, 2, 3, 3, 4, 5, 5, 5）进行重写记录，其中记录功率Pw设置为18mW，擦除功率Pe为9mW并且偏置功率Pb=检索功率Pr为0.8mW。通过略微改变图1的脉冲产生电路可以实现该脉冲分割方案。

检索是在2.4m/s（CD的2倍速）的速度下进行的，并且检索信号经过2-kHz高频带通滤波器并在随后通过把信号幅度的中心作为阈值来进行DC-限幅和检索。

在执行重写之前，该脉冲分割方案在范围从3T-11T的标记时间长度的每一个中进行优化。特别是，第一记录脉冲部分 $\alpha_1 T$ 和最后空闲脉冲部分 $\beta_m T$ 被优化。

现在示出一个实例，在其中11T标记（在2倍速下是1.27ms）被分成五个部分并且记录脉冲宽度和空闲脉冲宽度被确定。

通过使用图6（a）所示的脉冲分割方案，脉冲宽度通过只改变 α_1 来记录。在2.4m/s线速度下的检索标记时间长度与 α_1 的关系曲线在图7中示出。在 $\alpha_1=1.0$ 时，标记时间长度是优选的1.28ms。其理论值是1.27ms。

类似地，通过使用图6（b）所示的脉冲分割方案，测量是通过 β_m （m=5）的关系曲线进行的。图8表示在等于2倍于CD线速度的2.4m/s线速度下检索标记时间长度与 β_m 的关系曲线。当 $\beta_m = \beta_5 = 1.0$ 时，标记时间长度是1.35ms。

这些实验是以具有相应标记时间长度的标记为基础进行的，目的是优化特别是第一记录脉冲的 α_1 和最后空闲脉冲的 β_5 。图9所示的脉冲分割方案被确定。对于具有8T-11T长度的长标记来说，则设置 $\alpha_1=1.0$ 和 $\beta_m=1.0$ 。

在优化之后，图9的脉冲分割方案被用来重写晶体区中的非晶态标记。nT标记的各个输入信号的检索信号的标记时间长度的测量值在图10中示出。标记长度变化是线性的并且检索标记的标记长度偏差是在允许3T-11T标记被分别正



确区分和检测的范围之内。这里的抖动值较低，远低于2倍速再现的17.5ns的CD标准抖动上限，并且该调制为0.6或更高。这表示由此获得的记录信号是令人满意的。在图中，标记长度指的是标记时间长度，空白长度指的是空白时间长度。

5 接着，通过使用图9的脉冲分割方案，EFM随机信号被重写。该随机信号使用Sony Techtronix生产的AWG520产生。此时，优化每个标记长度的脉冲分割。结果，即使在产生随机信号时，在2倍速再现期间也能够获得希望的标记长度以及在17.5ns以下的令人满意的标记长度抖动和空白长度抖动。

当该随机模式被记录时，由透射电子显微镜证实nT标记未被分成多个非晶态部分，而是形成了连续的非晶态标记。

实施例2

在以寻迹纹槽（轨迹间距 $1.6\mu\text{m}$ ，纹槽宽度约为 $0.53\mu\text{m}$ ，纹槽深度约为 37nm ）形成的 1.2mm 厚的聚碳酸酯衬底上，通过在真空室进行溅射沉积了 70nm 厚的 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 保护层、 17nm 的 $\text{Ge}_7\text{Sb}_{79}\text{Te}_{14}$ 记录层， 40nm 的
15 $(\text{ZnS})_{85}(\text{SiO}_2)_{15}$ 保护层和 220nm 的 $\text{Al}_{99.5}\text{Ta}_{0.5}$ 合金。一层 $4\mu\text{m}$ 厚的紫外线固化保护层覆在该衬底上并被固化，从而制造出光盘。

这种可重写光盘通过使用激光波长为 810nm 且光束直径约为 $108\mu\text{m} \times 1.5\mu\text{m}$ 的整盘擦除器在功率为 420mW 下进行初始结晶。另外，在激光波长为 780nm 且拾取装置的数值孔径NA为0.55的评价设备中，通过启动伺服装置，纹槽和纹间
20 平面利用 9.5mW 的DC光结晶一次，以便降低晶体级的噪声。

随后，在激光波长为 780nm 且拾取装置的数值孔径NA为0.55的评价设备中，纹槽在下面的条件下通过使用图6（c）所示的脉冲分割方案以时间长度为 11T 的非晶态标记进行记录：线速度为 19.2m/s （CD的16倍速）、基本时间频率为 69.1MHz 、参考时钟周期T为 14.5ns 。

25 重写记录通过使用 18mW 的记录功率 P_w 、 9mW 的擦除功率 P_e 和等于 0.8mW 检索功率 P_r 的偏置功率 P_b 来进行。

检索是在 2.4m/s （CD的2倍速）下进行的，并且检索信号经过 2-kHz 高频带通滤波器并在随后通过把信号幅度的中心作为阈值来进行DC-限幅和检索。

标记抖动是 13.1 纳秒，空白抖动是 13.2 纳秒，远低于 17.5ns 的CD标准抖动
30 上限。



EFM调制随机模式以类似于实施例1的方式来记录和检索。其结果令人满意。

比较例1

在激光波长为780nm且拾取装置的数值孔径NA为0.55的评价设备中，通过使用目前在CD-RW中采用的图11所示的n-k分割方案（ $m=n-k$ ， $n=1$ ， n/m 的最小值是1.1），在实施例2中制造的光盘交替使用时间长度为11T的非晶态标记和时间长度为11T的空白进行记录，其条件如下：线速度为19.2m/s（CD的16倍速）、基本时间频率为69.1MHz、参考时钟周期T为14.5ns。

重写记录通过使用18mW的记录功率 P_w 、9mW的擦除功率 P_e 和等于0.8mW检索功率 P_r 的偏置功率 P_b 来进行。

当在2.4m/s的线速度下检索信号时，与检索信号的标记中心部分相对应的反射率未充分下降。通过对标记的检验发现，标记的中心部分明显地再结晶。抖动实际上超过了17.5纳秒的限制并且太高以至于不能测量。为了防止再结晶，在仍然使用n-1分割方案的同时，记录脉冲宽度被变窄，但记录激光束的调制跟不上变窄的脉冲，从而导致记录功率 P_w 增加且不能提高冷却效果。

实施例3

在以寻迹纹槽（轨迹间距1.6 μ m，纹槽宽度约为0.53 μ m，纹槽深度约为37nm）形成的1.2mm厚的聚碳酸酯衬底上，通过在真空室进行溅射沉积了70nm厚的 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ 保护层、17nm的 $Ge_7Sb_{78}Te_{15}$ 记录层，45nm的 $(ZnS)_{80}(SiO_2)_{20}$ 保护层和220nm的 $Al_{99.5}Ta_{0.5}$ 合金反射层（体积电阻率约为100n Ω .m且平面电阻率为0.45 Ω /□）。一层4 μ m厚的紫外线固化保护层覆在该衬底上。用于寻迹的导向槽被赋予幅度30nm（峰-峰）的纹槽线，这是通过把22.05kHz的载波调频 \pm 1kHz而形成的。也就是说，地址信息是以所谓的ATIP的形式沿着螺旋纹槽提供的。

与实施例1和2相同，光盘配置成使聚焦激光束的主轴指向光盘的径向，该激光束具有大约810nm的波长并且是在长轴方向上约为108 μ m且在短轴方向上约为1.5 μ m的椭圆形。光盘以3-6m/s的线速度扫描并且以400-600mW的功率照射以进行初始化。另外，在激光波长为780nm且拾取装置的数值孔径NA为0.55的评价设备中，伺服装置被启动以便利用9.5mW的DC光使纹槽和纹间平面结晶一次，从而降低结晶级的噪声。

为了检索/写入评价, Pulsetech DDU1000 (波长780nm, NA=0.55) 被用来通过纹槽写入和检索。检索在2倍速下进行, 而与记录用的线速度无关。在此情况下的CD格式的抖动容限值是17.5ns。Sony Techtronix制造的任意波形的信号源AWC520可被用作产生门信号的信号源。

5 首先, 记录是在16倍于CD线速度的线速度下 (19.2m/s) 进行, 参考时钟周期T是14.5纳秒。

(1) 首先, 通过使用图14的分割记录脉冲来研究中间脉冲组的最佳条件。记录功率 P_{w_i} 被设置为恒定的20mW, 偏置功率 P_{b_i} 也被设置为恒定的0.8mW, 并且空白的擦除功率 P_e 设置为10mW。

10 如图14 (a) 所示, 在具有常数 $\alpha_i=1$ 的分割记录脉冲当中, β_i 被设置为 β_c (常数值) 并在随后进行变化以检验非晶态标记的形成与空闲脉冲部分的长度的相关性。

当空闲脉冲部分比大约1T短时, 如图3 (d) 所示, 在标记前端的信号幅度由于标记前端的再结晶而降低。后端的幅度也有一些降低。通过擦除电平信号强度 (x100%) 分割的整个标记长度中的最大幅度被定义为调制, 该调制与空闲脉冲部分的关系曲线在图15 (a) 中示出。可以看出, 当空闲脉冲部分短时, 调制由于波形失真的影响而变差 (非晶态标记的不良成形)。当空闲脉冲部分超过1T时, 该调制变为饱和, 从而产生接近无失真的矩形波的波形。

接着, 通过使用图14 (b) 所示的空闲脉冲部分设置为1.5T的分割记录脉冲, 该调制与记录脉冲部分的关系曲线得到检验。在图14 (b) 中, α_i 被设置为 α_c (一个常数值) 并且均匀变化。图15 (b) 表示 α_c 与调制的关系曲线。可以看出, $\alpha_c=1$ 到5时可获得接近饱和的调制。

(2) 接着, 图16所示的中间脉冲组固定为 $\alpha_i=1$ 且 $\beta_i=1.5$ 的分割记录脉冲被使用, 并且标记长度和标记特性的控制通过控制第一周期和最后周期来检验。在图16中, 一个0.5T的记录脉冲部分被加到标记后端以使标记长度精确地接近11T。这样可以使标记长度和空白长度设定为11T, 并且可以搜索用于获得令人满意的抖动的条件。原始波形是11T标记和11T空白的重复模式, 其中第一记录脉冲前沿与11T标记的前端同步。在此, 由于执行2倍速检索, 所以抖动允许值的上限为17.5纳秒 (ns), 而且11T相当于大约1.27微秒 (μs)。图17, 18和
30 19以虚线表示这些值。

使用如图16 (a) 所示的分割记录脉冲检验了与第一记录脉冲 α_1 长度的关系。图17 (a) 和17 (b) 分别示出了标记长度和空白长度与 α_1 的关系以及标记抖动和空白抖动与 α_1 的关系。从图17 (b) 可见, α_1 最好设置为0.8-1.8, 以使抖动低于17.5ns。

5 在图17 (b) 中, 标记长度和空白长度并未获得想要的11T。因此, α_1 设置为 $\alpha_1=1$, 并且图16 (b) 所示的分割记录脉冲被用来检验与第一空闲脉冲 $\beta_1 T$ 的长度的相关性。图18 (a) 和18 (b) 分别表示标记长度和空白长度与 β_1 的关系曲线, 以及标记抖动和空白抖动与 β_1 的关系曲线。可以看出, $\beta_1=1.3$ 时获得基本上是希望的标记长度和空白长度, 还可以看出, β_1 的范围在1-1.7之间时获得令人满意的抖动。这里选择 $\beta_1=1.5$ 。

10 另外, 通过使用图16 (c) 所示的分割记录脉冲并且设置 $\alpha_1=1$ 且 $\beta_1=1.5$, 可研究与最后空闲脉冲 β_m 的长度的相关性。图19 (a) 和19 (b) 分别表示标记长度和空白长度与 β_m 的关系曲线, 以及标记抖动和空白抖动与 β_m 的关系曲线。这些附图表示在 $\beta_m=$ 大约0.7 时获得希望的标记长度和空白长度, 并且在 $\beta_m=0-1.8$ 的大范围内可获得令人满意的抖动。

15 通过这些可以看出, 设置 $\alpha_1=1$ 且 $\beta_1=1.5$ 会产生希望的11T标记长度和最小抖动。

(3) 考虑到上述 (1) 和 (2) 的结果, 在 $\alpha_1=1 \pm 0.5$ 且 $\beta_1=1 \pm 0.5$ 的范围内, 对由3T-11T标记长度构成的EFM调制信号执行基于以上 (分割记录脉冲产生方法2) 并使用2T基本周期的脉冲分割法。用于每个标记长度的特定脉冲分割方法在图20中示出。

也就是说, 对于n为偶数的标记记录来说, 标记长度是 $nT=2LT$, 其中L是大于等于2的整数, 标记被分割为 $m=L$ 个部分, 并且照射记录功率 P_{w_i} 的记录脉冲部分 α_i 和照射偏置功率 P_{b_i} 的空闲脉冲部分 β_i 进行如下设置:

25

$$\alpha_1 + \beta_1 = 2$$

$$\alpha_i + \beta_i = 2 \quad (2 \leq i \leq m-1)$$

$$\alpha_m + \beta_m = 1.6$$

对于n为奇数的标记记录来说, 标记长度是 $nT = (2L+1) T$, 标记被分割为 $m=L$ 个部分, 并且每个脉冲部分进行如下设置:

30

$$\alpha_1' + \beta_1' = 2.5$$

$$\alpha_i' + \beta_i' = 2 \quad (2 \leq i \leq m-1)$$

$$\alpha_m' + \beta_m' = 2.1$$

尽管对于2LT标记和(2L+1)T标记来说分割数是同样的 $m=L$ ，但这些标记的第一周期和最后周期由于给定它们0.5T的差值而有所不同。

- 5 在图20中，相对于 nT 标记前端的 $\alpha_1 T$ 的延迟被设置为 $T_{d1}=0$ 。当 $n \geq 4$ 时，中间脉冲组保持 $\alpha_i=0.8$ 且 $\beta_i=1.2$ ($2 \leq i \leq m-1$) 恒定，而与 n 值无关。

另外，当 n 为偶数时进行下面的设置： $\alpha_1=0.8$ ， $\beta_1=1.2$ ， $\alpha_m=0.7$ ， $\beta_m=0.9$ 。当 n 为奇数时，进行如下的设置： $\alpha_1'=1.0$ ， $\beta_1'=1.5$ ， $\alpha_m'=1.0$ ， $\beta_m'=1.1$ 。只有在3T的情况下才是例外。3T标记长度的设置为 $\alpha_1=1.2$ ， $\beta_1=1.5$ 。

- 10 在图20中，记录脉冲部分和空闲脉冲部分由矩形波的顶部和底部表示。各部分长度由数字表示，并且在图中顶部和底部描绘的长度并不是与精确的各部分长度成比例。

记录功率 P_{w_i} 和偏置功率 P_{b_i} 设置为恒定，而与 n 值无关，即 $P_w=20\text{mW}$ 且 $P_b=0.8\text{mW}$ 。擦除功率 P_e 设置为 10mW 。

- 15 在执行9次重写之后（初始记录被认为是第0次记录），进行每个 nT 标记和 nT 空白的标记长度和空白长度以及抖动的测量。图21（a）所示为标记长度和空白长度的测量结果，图21（b）所示为标记和空白的抖动的测量结果。尽管由于重写的原因从原始记录开始抖动差了2-3纳秒，但标记长度和空白长度基本上精确为 nT 且抖动低于17.5纳秒。以DC方式照射的擦除功率 P_e 用于擦除操作而
- 20 不用于执行重写。这将使抖动改善大约2纳秒。

（4）通过改变时钟周期以使线速度 v 与时钟周期 T 的乘积为常数，以CD的10倍速对相同的介质执行重写。也就是说，在这种情况下的参考时钟周期 T 为23.1纳秒。当 $n \geq 4$ 时， $\alpha_i T$ ($1 \leq i \leq m$) 几乎保持恒定。也就是说，中间记录脉冲组保持 $\alpha_i=0.5$ 且 $\beta_i=1.5$ ($2 \leq i \leq m-1$) 恒定。

- 25 分割脉冲在图22中示出。当 n 为偶数时，脉冲被设置为 $\alpha_1=0.6$ ， $\beta_1=1.4$ ， $\alpha_m=0.5$ ， $\beta_m=1.4$ 。当 n 为奇数时，脉冲被设置为 $\alpha_1'=0.6$ ， $\beta_1'=1.9$ ， $\alpha_m'=0.6$ ， $\beta_m'=1.8$ 。只有在3T的情况下才是例外。3T标记长度的设置为 $\alpha_1=0.8$ ， $\beta_1=2.4$ 。除去 $n=3$ 之外，这样分割的记录脉冲大致相当于时钟周期乘以16/10（与线速度成反比），同时使在图20中获得的记录脉冲长度保持
- 30 恒定。与16倍速的情况一样，记录功率 P_{w_i} 和偏置功率 P_{b_i} 保持在 $P_w=20\text{mW}$

且 $P_b=0.8\text{mW}$ 恒定，而与 i 值无关。擦除功率 P_e 也与16倍速的情况一样被设置为 10mW 。

在执行9次重写之后（初始记录被认为是第0次记录），进行每个 $n\text{T}$ 标记和 $n\text{T}$ 空白的标记长度和空白长度以及抖动的测量。图23（a）所示为标记长度和空白长度的测量结果，图23（b）所示为标记和空白的抖动的测量结果。尽管由于重写的原因从原始记录开始抖动差了2-3纳秒，但标记长度和空白长度基本上精确为 $n\text{T}$ 并且抖动低于17.5纳秒。

以DC方式照射的擦除功率 P_e 用于擦除操作而不用于执行重写。这将使抖动改善大约2纳秒。

（5）通过使用由具有分割记录脉冲的11T标记和11T空白构成的重复模式（11T模式）以及由具有分割记录脉冲的3T标记和3T空白构成的重复模式（3T模式）对相同的介质执行重写。在重写3T模式九次之后，在第10次重写11T模式，并且3T信号载波电平的缩减率（以dB为单位）被测量作为擦除比（重写擦除比）。尽管在不同的线速度当中3T模式略有差异，但无论是3T还是11T模式基本上都是根据图20的分割方法改变，以使 $a_i T$ （ $1 \leq i \leq m$ ）几乎保持恒定。

擦除比是通过改变线速度同时保持线速度与参考时钟周期的乘积为常数来估计的。在10，12，16和18倍于CD线速度时可获得20dB或更大的重写擦除比。

当随机模式被记录时，通过透射电子显微镜证实 $n\text{T}$ 标记未被分割为多个非晶态部分，而是形成连续的非晶态标记。

类似于上面所用的记录层在初始化之后录写，再利用透射电子显微镜来观察其结晶性。通过观察发现，记录层是由单相六角晶体形成的多晶。另外还发现，晶相无相分离，从而推断出具有旋转取向的单相多晶结构。通过使用X-射线衍射检验发现它具有六角结构。

25 实施例4

在以寻迹纹槽（轨迹间距 $0.74\mu\text{m}$ ，纹槽宽度约为 $0.27\mu\text{m}$ ，纹槽深度约为 30nm ）形成的 0.6mm 厚的聚碳酸酯衬底上，通过在真空室进行溅射沉积了 68nm 厚的 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 保护层、 14nm 的 $\text{Ge}_5\text{Sb}_{77}\text{Te}_{18}$ 记录层， 25nm 的 $(\text{ZnS})_{80}(\text{SiO}_2)_{20}$ 保护层和 220nm 的 $\text{Al}_{99.5}\text{Ta}_{0.5}$ 合金反射层（体积电阻率约为 $100\text{n}\Omega\cdot\text{m}$ 且平面电阻率为 $0.5\Omega/\square$ ）。一层 $4\mu\text{m}$ 厚的紫外线固化保护层通过旋涂

法涂覆在该衬底上。这与另一个具有相同层结构的0.6mm厚的衬底粘合在一起，从而形成相变光盘。

与实施例3相同，如此获得的光盘配置成使聚焦激光束的主轴指向光盘的径向，该激光束具有大约810nm的波长并且是在长轴方向上约为108 μ m且在短轴方向上约为1.5 μ m的椭圆形。光盘以3-6m/s的线速度扫描并且以400-600mW的功率照射以进行初始化。另外，在激光波长为660nm且拾取装置的数值孔径NA为0.65的评价设备中，寻迹和聚焦伺服装置被启动以便利用大约6mV的DC光以4m/s扫描纹槽一次，以降低结晶级的噪声。

为了检索/写入评价，Pulsetech DDU1000（波长660nm，NA=0.55）被用来对纹槽进行写入和检索。Sony Techtronix制造的任意波形的信号源AWC520可被用作产生门信号的信号源。在这种情况下，3T标记的长度为0.4 μ m并且在每个线速度下的时钟周期的设置要使记录密度与DVD的记录密度相同（在3.5m/s时为26.16MHz）。

首先，记录期间的线速度被设置为16.8m/s（时钟频率为125.93Mhz且时钟周期为7.9ns），这相当于DVD的4.8倍速；通过使用图25所示的简单波形分割14T部分；检验中间分割记录脉冲。空白被设置为14T。记录功率设置为恒定的 $P_w=15\text{mW}$ ，擦除功率 $P_e=5\text{mW}$ ，且偏置功率 $P_b=0.5\text{mW}$ 。记录功率应用部分表示为 T_w ，偏置功率应用部分表示为 T_b 。研究了下面两种情况：在第一种情况下，设置 $T_w+T_b=1T$ 并且 P_w 和 P_b 应用于14T周期（图25（a））；在第二种情况下，设置 $T_w+T_b=2T$ 并且 P_w 和 P_b 应用于7T周期（图25（b））。在这两种情况的每一种情况下，检索信号的记录标记部分的调制与 T_w 和 T 之比（ T_w/T ）的关系曲线被估算。当2T周期的 T_w/T 为1.0时，获得的信号是几乎没有失真的方波并且调制为最大值。当 T_w/T 比小于0.5时，波形失真。其原因被认为是记录功率应用部分不够，因此温度上升不充分。相反，当 T_w/T 大于1.0时，随着 T_w 的增加，调制降低。这被认为是由于冷却时间不够，由于再结晶而阻碍了变换为非晶态。当 T_w/T 超过1.5时，调制下降到5%以下，从而产生失真的波形（未示出）。对于1T周期来说，在整个范围内的调制都较低，并且只产生失真的波形。这是因为，在1T周期中不存在记录功率应用时间和冷却时间都足够的范围。

从上面的讨论可以看出，在分割记录脉冲产生方法2或3中，至少 $2 \leq i \leq m-1$ 的

中间分割记录脉冲组优选设置为 $\alpha_i = \alpha_i' = 1$ 且 $\beta_i = \beta_i' = 1$ 。

接着，如下验证了上述光盘在14m/s和17.5m/s的高线速度下（相当于3.5m/s的DVD线速度的4和5倍）能够进行高速擦除。也就是说，通过使用由具有分割记录脉冲的8T标记和8T空白构成的重复模式（8T模式）以及由具有分割记录脉冲的3T标记和3T空白构成的重复模式（3T模式）执行重写。在重写3T模式九次之后，在第10次重写8T模式，并且3T信号载波电平的缩减率被确定为重写擦除比。重写擦除比是通过保持线速度与参考时钟周期的乘积为常数来确定的，以便获得与DVD相同的记录密度。在14m/s和17.5m/s 时可获得25dB或更大的重写擦除比。

另外，对由3T-11T和14T标记构成的EFM+调制信号执行基于以上分割记录脉冲产生方法3并使用2T基本周期的脉冲分割法。这种EFM+调制信号以14m/s和16.8m/s（3.5 m/s的DVD线速度的3和4.8倍）予以记录。对于4倍速而言，时钟频率为104.9MHz且时钟周期为9.5纳秒。对于4.8倍速而言，时钟频率为125.9MHz且时钟周期为7.9纳秒。在图26中示出了该特定的脉冲分割方法。

对于n为偶数的标记记录来说，即标记长度是 $nT = 2LT$ （L是大于等于2的整数），标记被分割为 $m = L$ 个部分，并且记录脉冲部分 $\alpha_i T$ 和空闲脉冲部分 $\beta_i T$ 中的 α_i 和 β_i 进行如下设置：

$$T_{dl} + \alpha_1 = 2 \quad (T_{dl} = 0.95)$$

$$\beta_{i-1} + \alpha_i = 2 \quad (2 \leq i \leq m-1)$$

对于n为奇数的标记记录来说，即标记长度是 $nT = (2L+1)T$ ，标记被分割为 $m = L$ 个部分，并且记录脉冲部分 $\alpha_i T$ 和空闲脉冲部分 $\beta_i T$ 中的 α_i 和 β_i 进行如下设置：

$$T_{dl}' + \alpha_1' = 2.05 \quad (T_{dl}' = 1)$$

$$\beta_1' + \alpha_2' = 2.45$$

$$\beta_{i-1}' + \alpha_i' = 2 \quad (3 \leq i \leq m-1)$$

$$\beta_{m-1}' + \alpha_m' = 2.45$$

在这种情况下，当 $L=2$ 时， $\beta_1' + \alpha_2' = 2.9$ ，并且 $\alpha_m = 1$ 且 $\alpha_m' = \alpha_m + 0.2 = 1.2$ 。

在 $L \geq 3$ 的情况下，中间记录脉冲组被设置为常数值： $\alpha_i' = \alpha_i = 1$ 且 $\beta_i' = \beta_i = 1$ ($2 \leq i \leq m-1$)，并且 $\alpha_m = \alpha_m' = 1$ 。在 $L \geq 2$ 时，它们被设置为常数值，

而与n值无关： $\alpha_i = \alpha_i' = 1.05$ 且 $\beta_m = \beta_m' = 0.4$ 。

另外，在3T的情况下，获得的3T标记长度具有 $T_{dl} = 1.15$ ， $\alpha_1 = 1.2$ ， $\beta_1 = 0.8$ 。在图26中，记录脉冲部分和空闲脉冲部分由矩形波的顶部和底部表示。特定部分长度由数字表示，并且在图中的顶部和底部所示长度并不对应于这些部分5 的长度。

偏置功率 P_{bi} 被设置为一个固定值 $P_b = 0.5\text{mW}$ ，它与i值无关，并且擦除功率 P_e 设置为 4.5mW 。记录功率 P_{wi} 也被设置为一个与i值无关的固定值。在重写9次之后，测量了边缘-时钟抖动和调制与记录功率的关系曲线。检索是使用再现光功率 $P_r = 0.8\text{mW}$ 和线速度 3.5m/s 来执行的。如图27 (a) 和27 (b) 所示，在10 其中的一个记录线速度下，利用 15.0mW 的记录功率，边缘-时钟抖动小于10%，而且调制达到60%或更高。 R_{top} 约为18%。如图27 (c) 所示，利用 15.0mW 的记录功率测量重写关系曲线可以发现，即使在10,000次重写操作之后，边缘-时钟抖动也为11%或更小。此时的 R_{top} 和调制显示出几乎不随着重写而变化。

另外，在相当于DVD线速度的两倍的 7m/s 的线速度下，且时钟频率为15 52.5MHz（时钟周期为19.1纳秒）时，通过记录EFM+调制信号对类似的光盘执行了基于上述分割记录脉冲产生方法3的图28所示的脉冲分割法。

与利用4和4.8倍于DVD速度的情况一样，偏置功率设置为恒定的 $P_b = 0.5\text{mW}$ ，擦除功率 P_e 为 4.5mW 。记录功率 P_{wi} 也设置为恒定而与i值无关的。在9次重写操作之后，测量了边缘-时钟抖动以及调制与记录功率的关系曲线。如图27 (a) 20 和27 (b) 所示，在记录功率为 13.0mW 时，边缘-时钟抖动小于8%，而且调制达到57%或更高。 R_{top} 约为18%。如图27 (c) 所示，在记录功率为 13.0mW 时测量重写关系曲线可以发现，即使在10,000次重写操作之后，边缘-时钟抖动也低于11%。此时的 R_{top} 和调制显示出几乎不随着重写而变化。

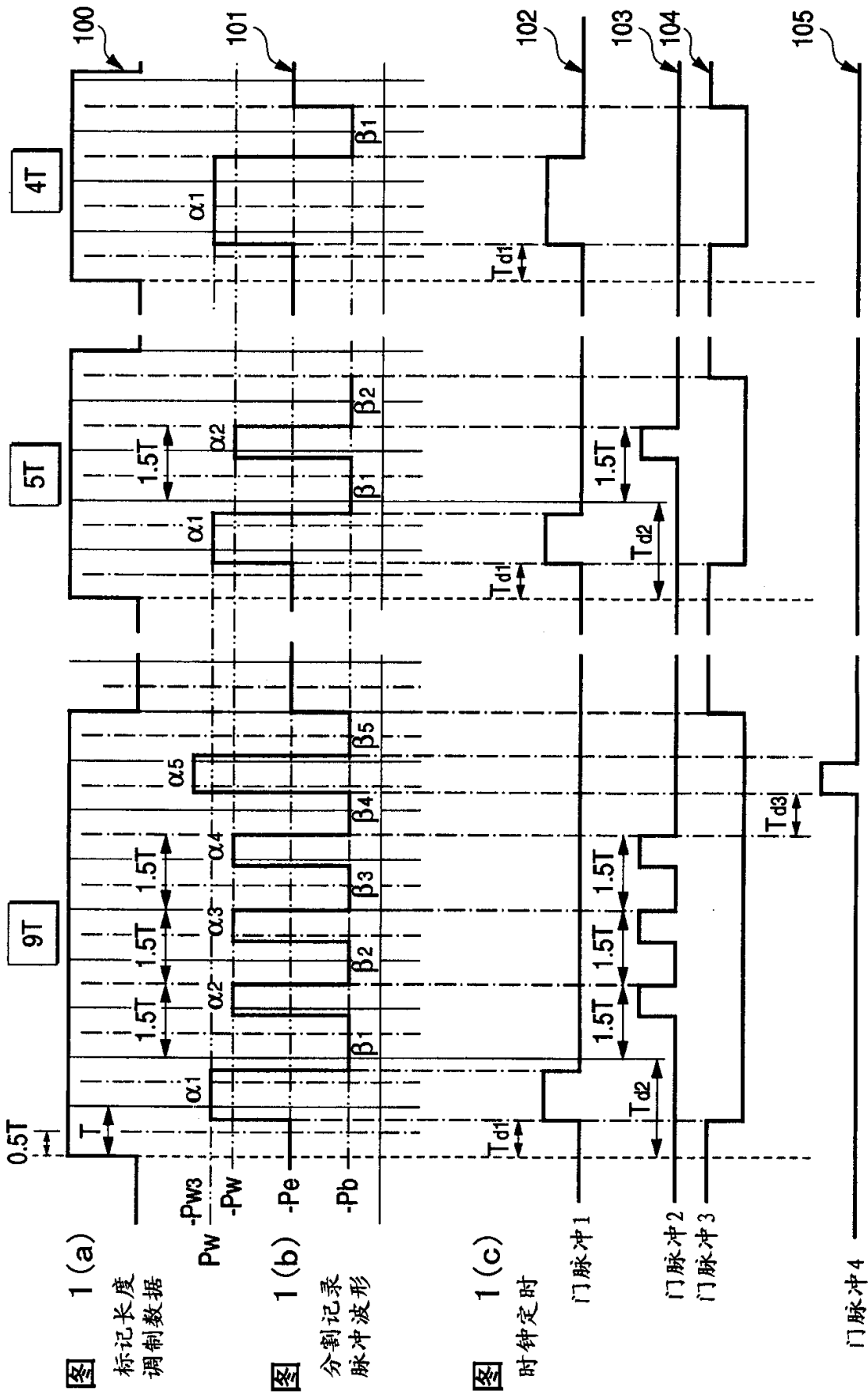
通过上面的讨论可以理解，使用基于分割记录脉冲产生方法3的脉冲分割25 方法能够在2-4.8倍于DVD线速度的线速度范围内进行记录。因此，通过利用该方法，在构成DVD数据区的大约24mm至大约58mm的径向范围内可执行恒定角速度的记录。

工业适用性

即使在参考时钟周期短时，根据本发明也能够执行令人满意的标记长度调30 制记录，从而允许光记录介质可以有更高密度和用更快的速度记录。这将进而

- 提高光盘的可记录能力并且能够提高光盘的记录速度和传送速率，从而极大地扩展其应用范围，用于记录诸如音乐和视频的大量数据并用于计算机的外部存储设备。例如，它可实现一种可在高于CD线速度12倍的速度下重写EFM调制标记的可重写CD，以及一种可在高于DVD线速度4倍的速度下重写EFM+调制
- 5 标记的可重写DVD。

说明书附图



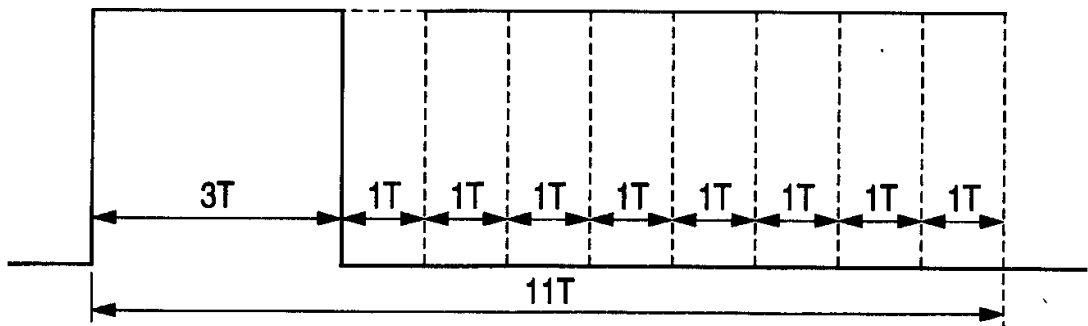


图 2(a)

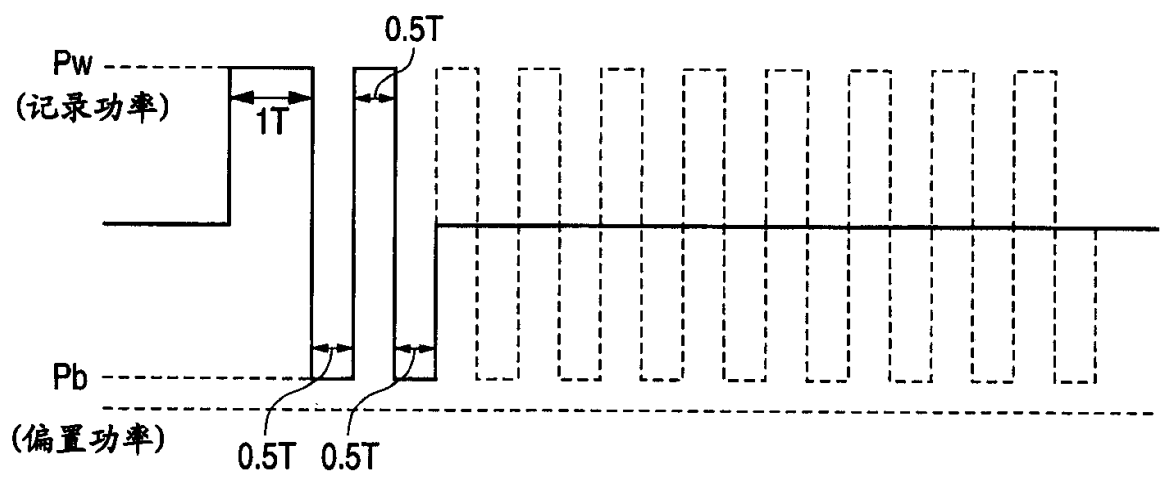


图 2(b)

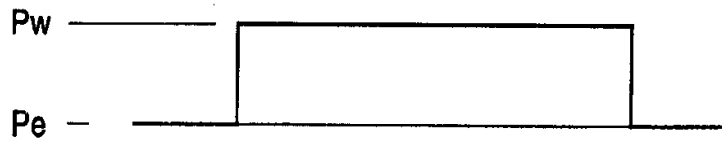


图 3(a)

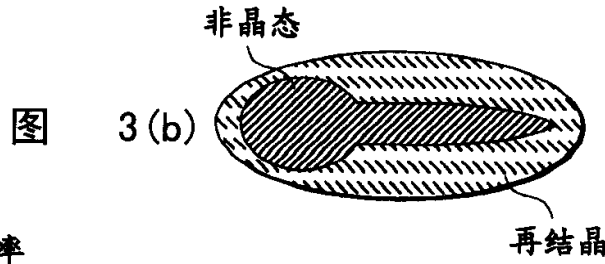


图 3(b)

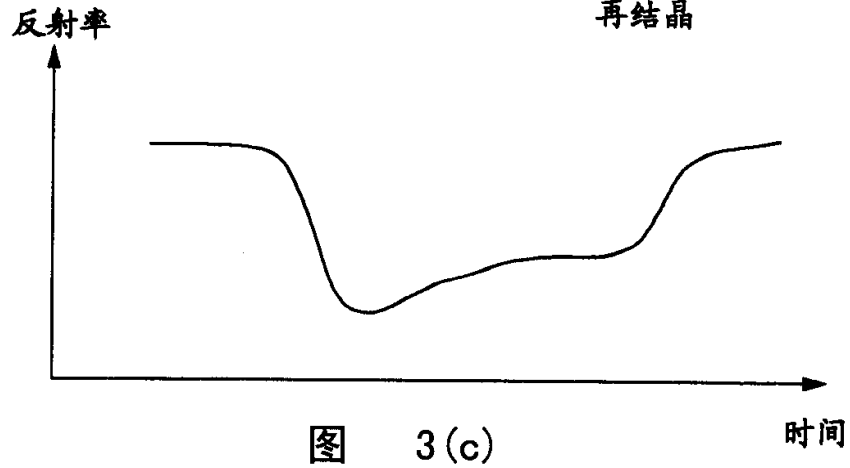


图 3(c)

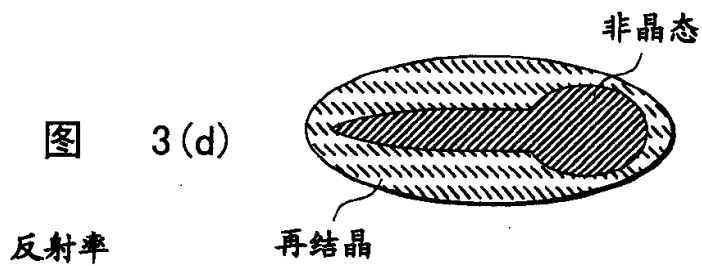


图 3(d)

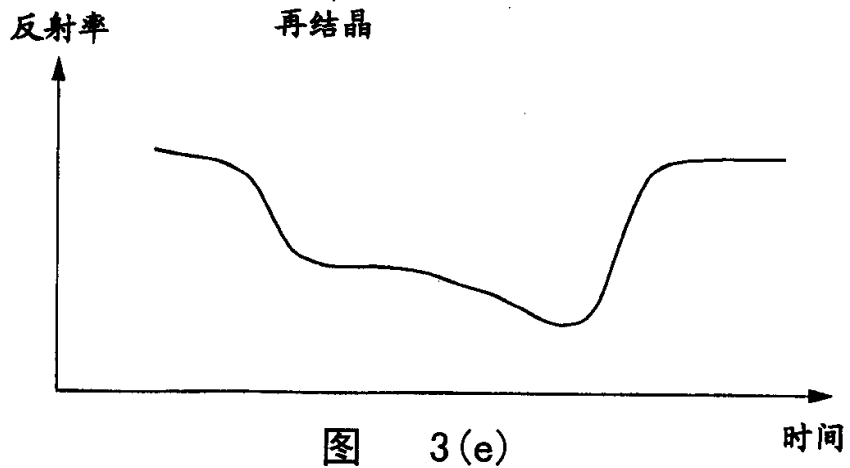


图 3(e)

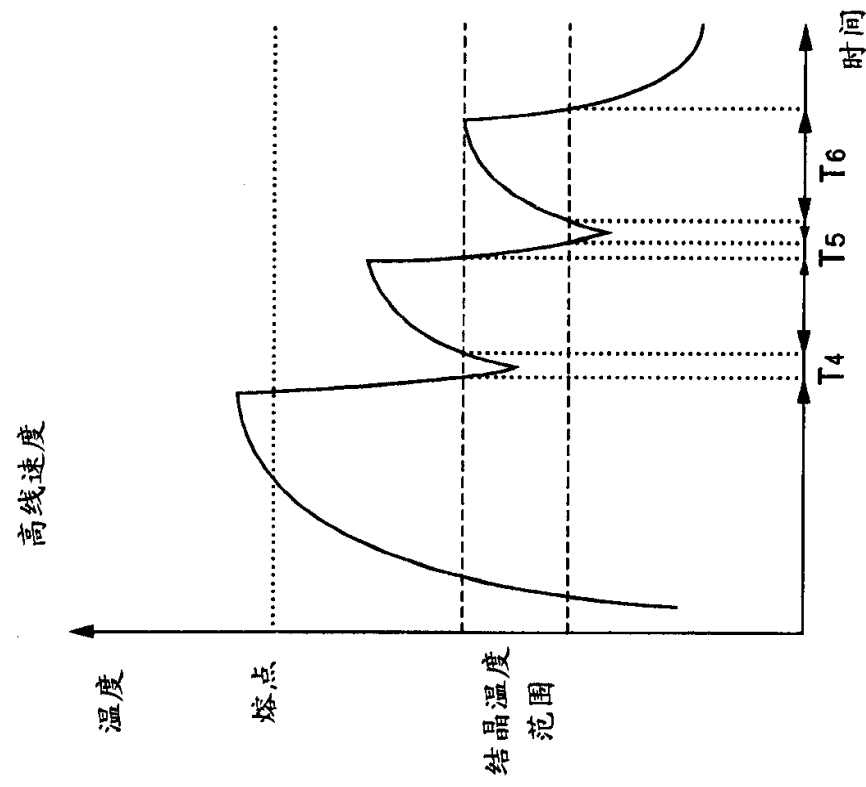


图 4(b)

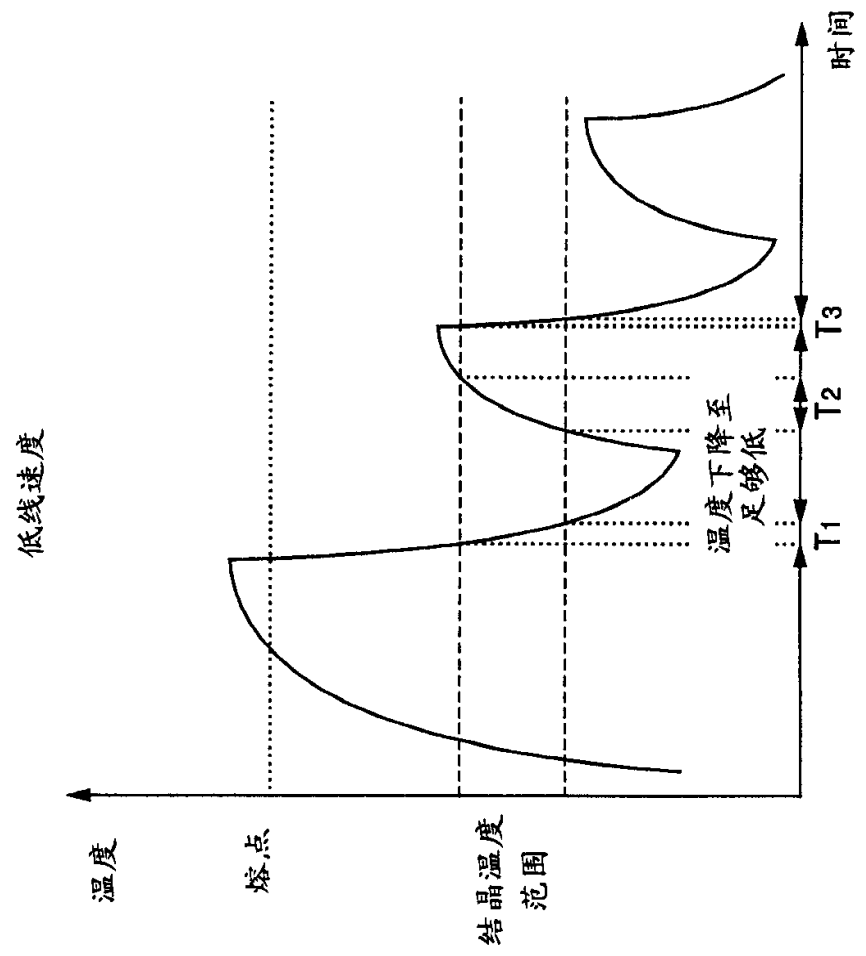
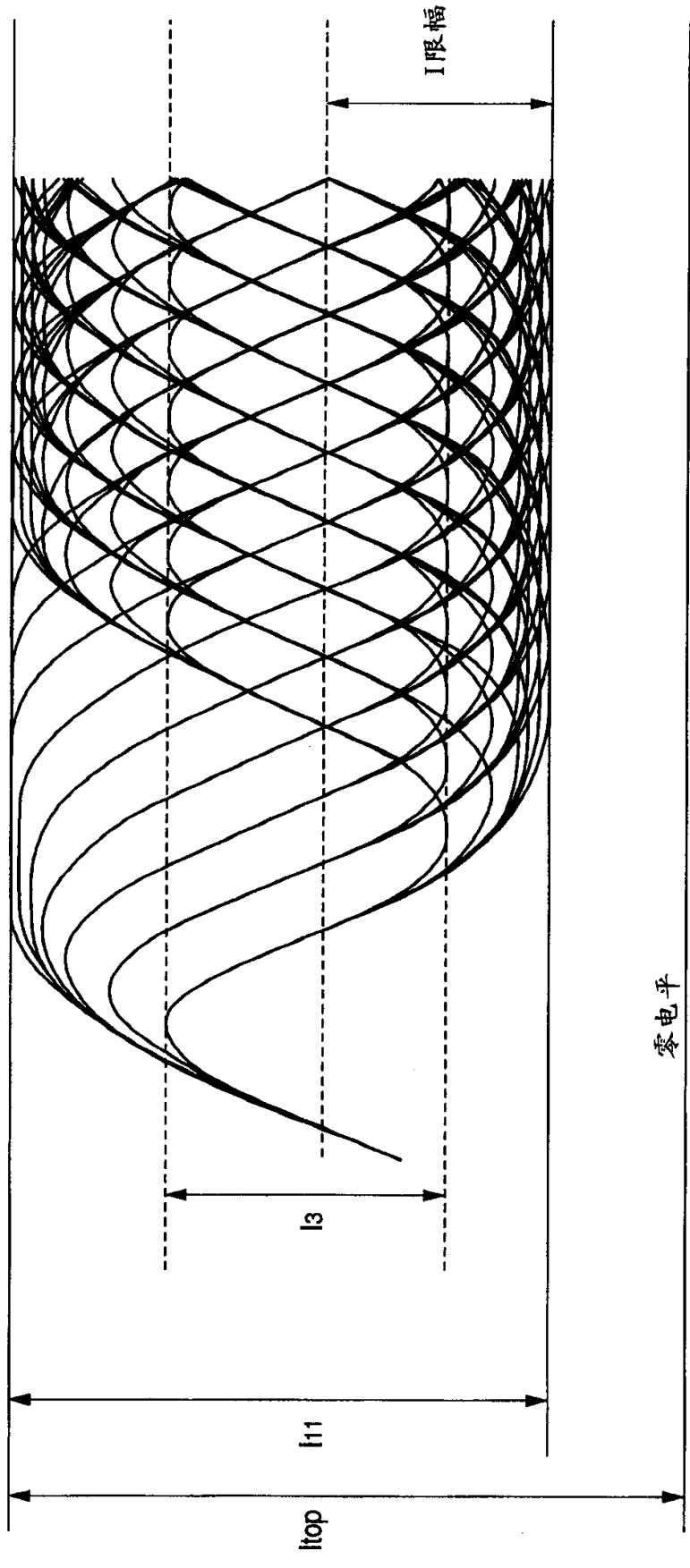


图 4(a)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



5

图 5

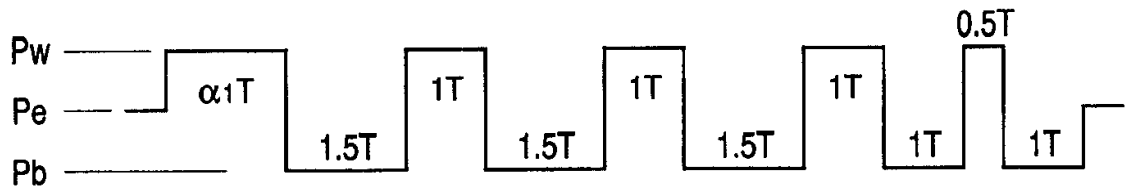


图 6(a)

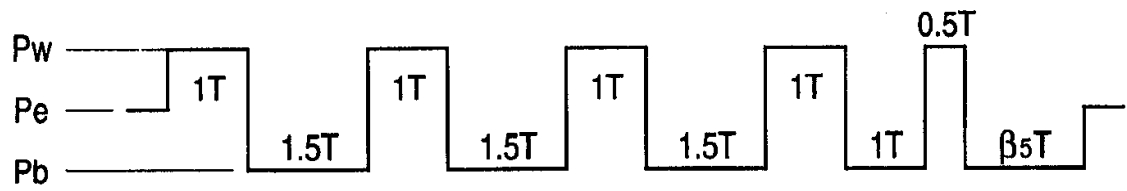


图 6(b)

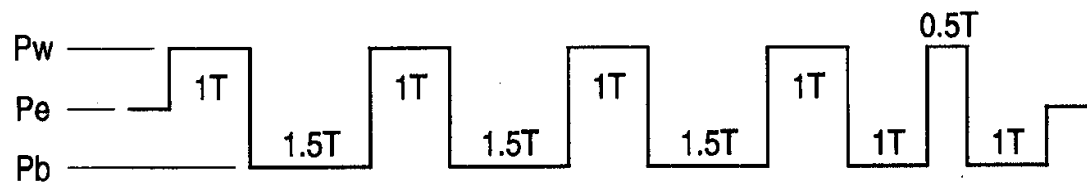


图 6(c)

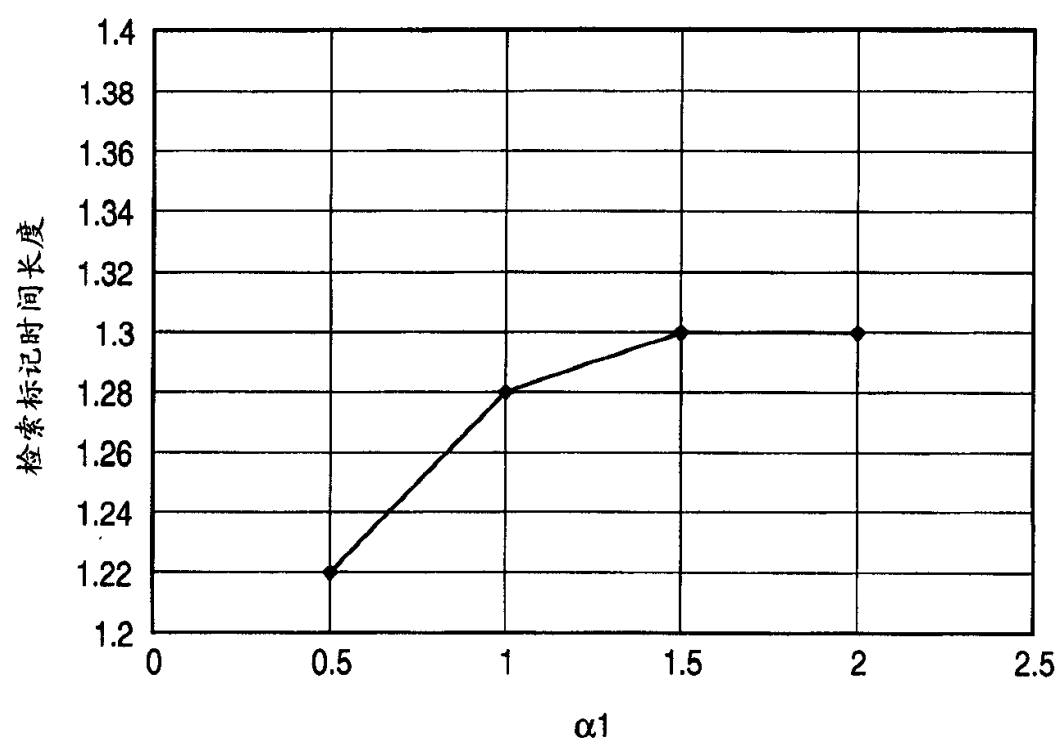


图 7

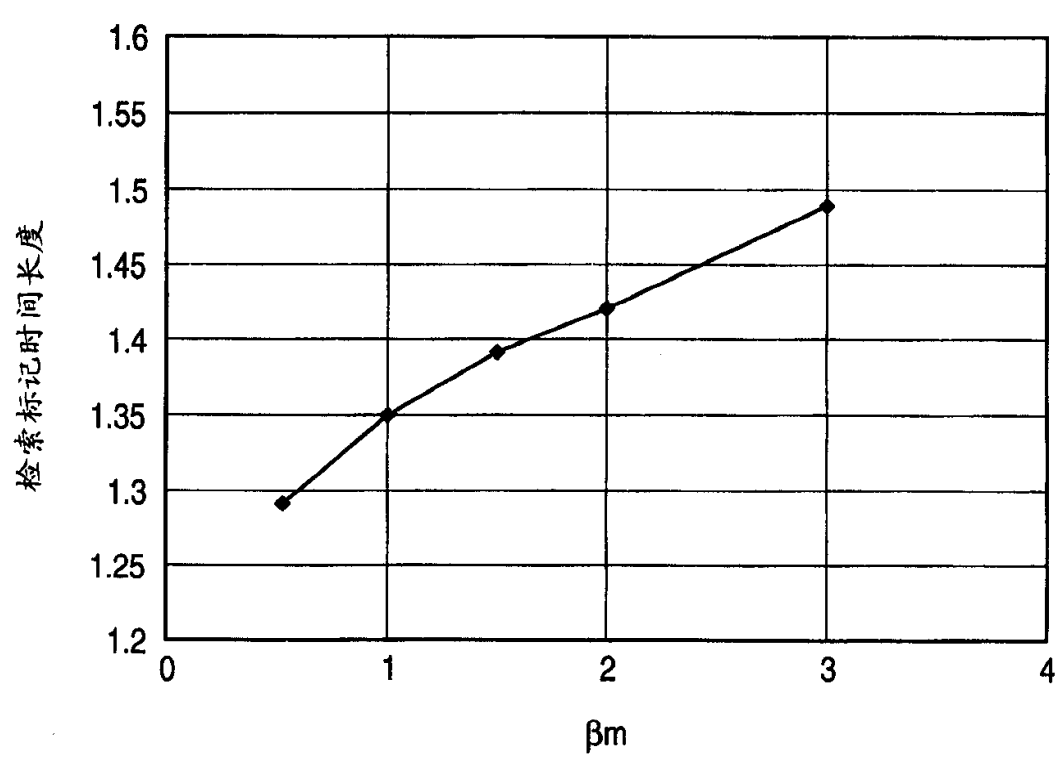


图 8

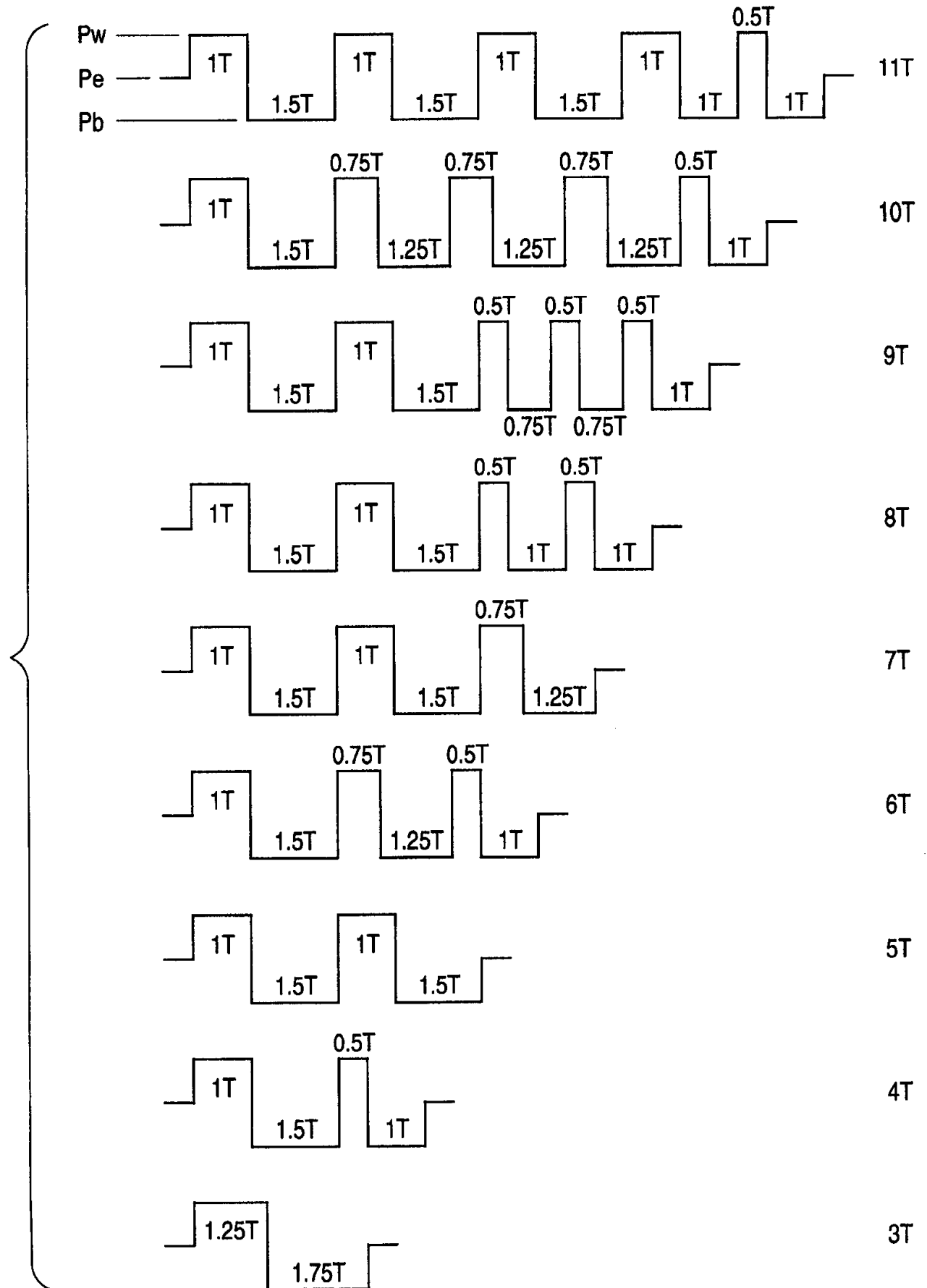


图 9

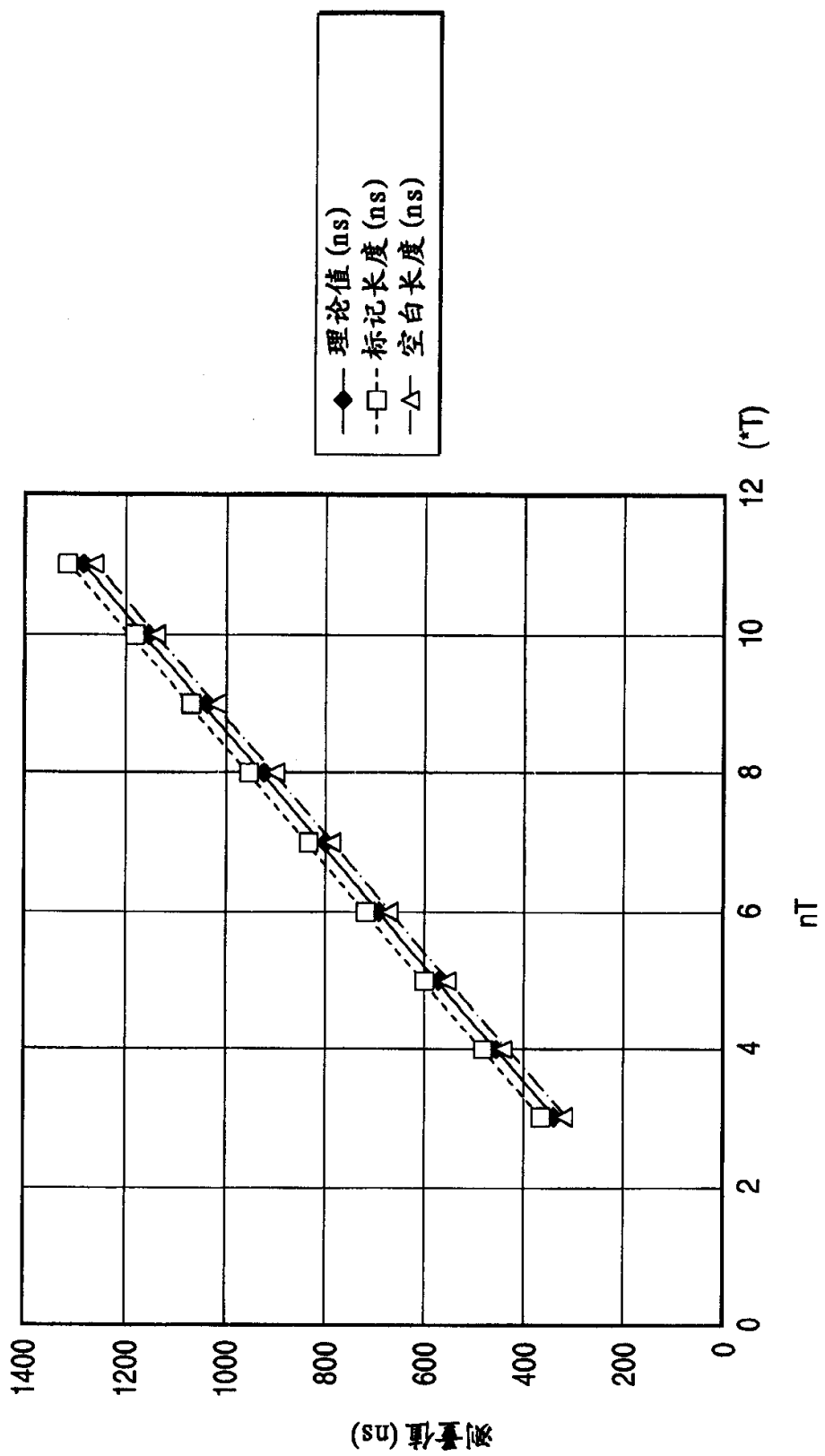


图 10

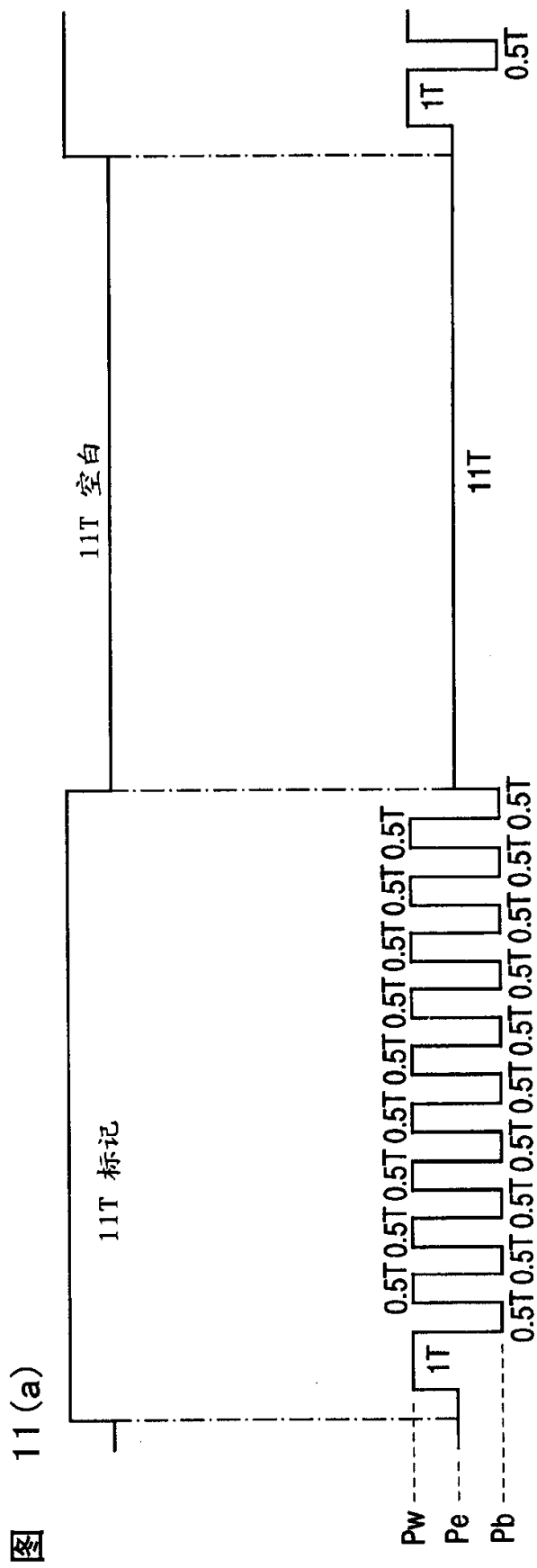


图 11 (a)

图 11 (b)

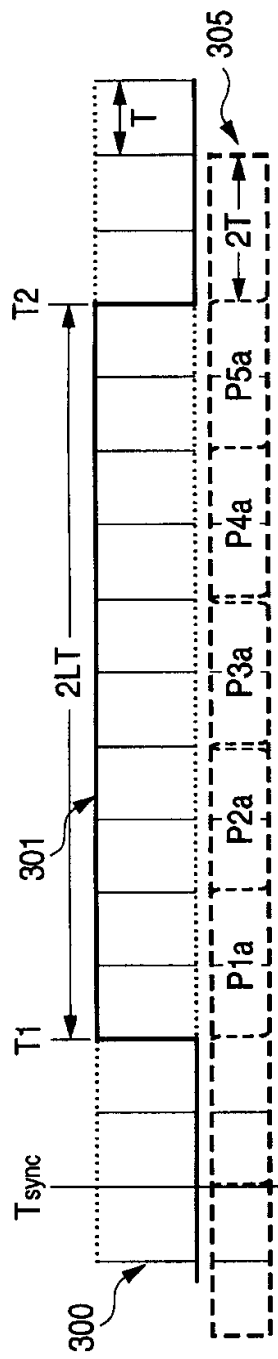


图 13(a)

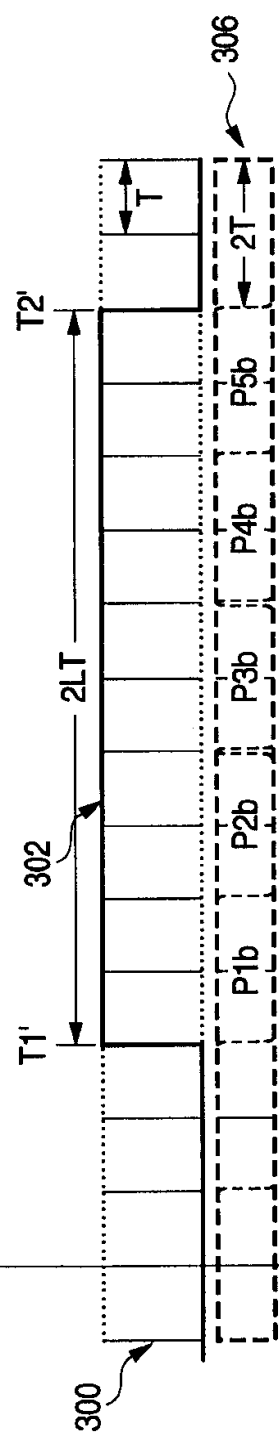


图 13(b)

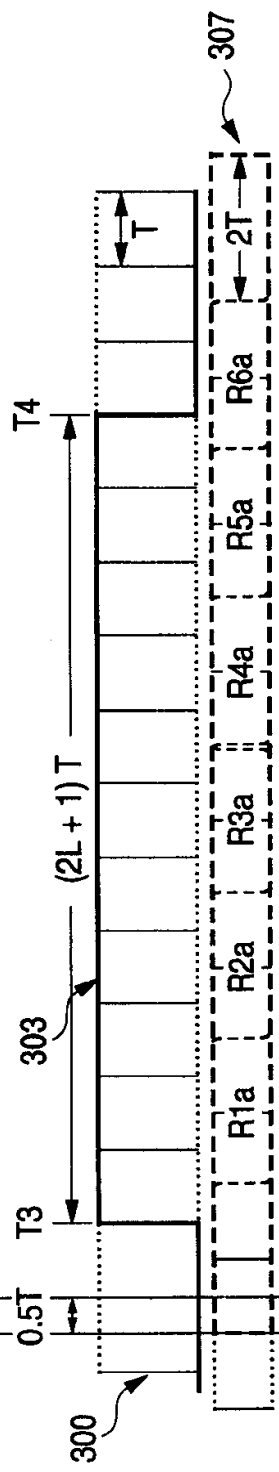


图 13(c)

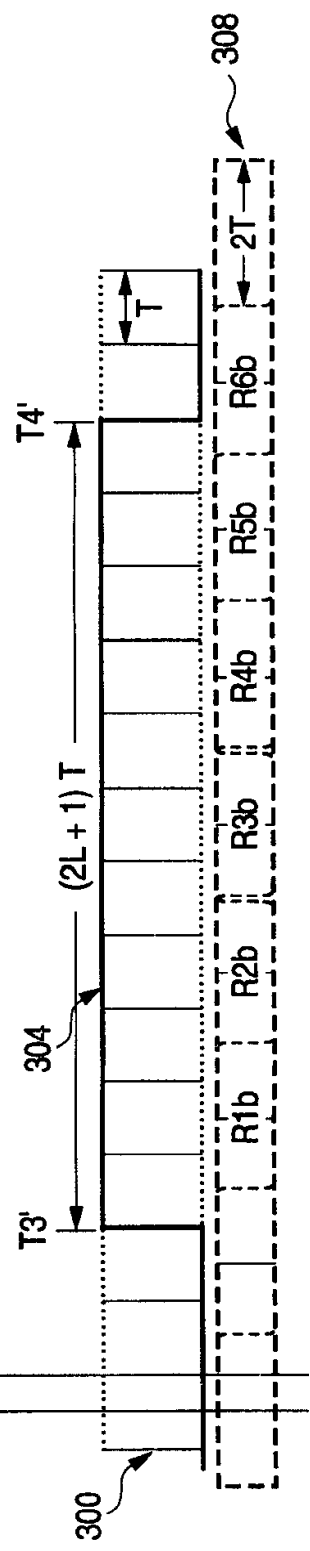


图 13(d)

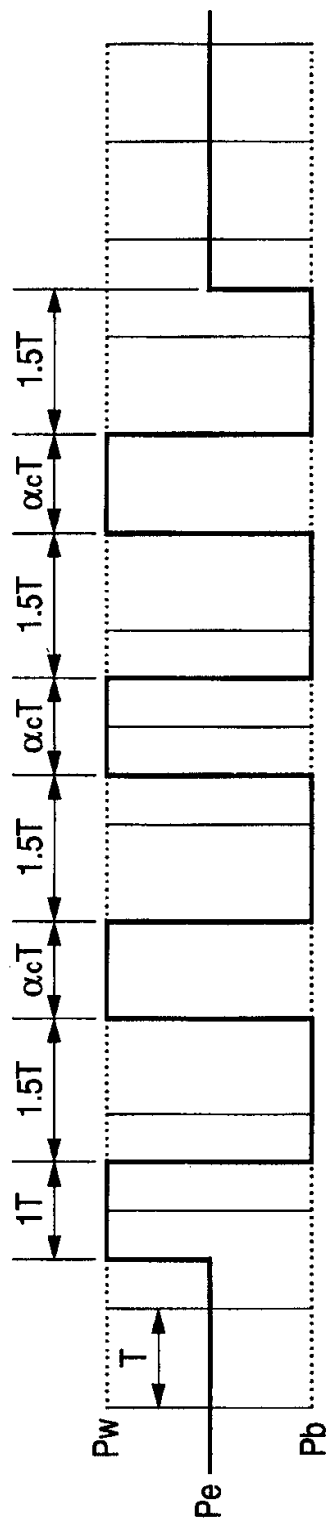


图 14(a)

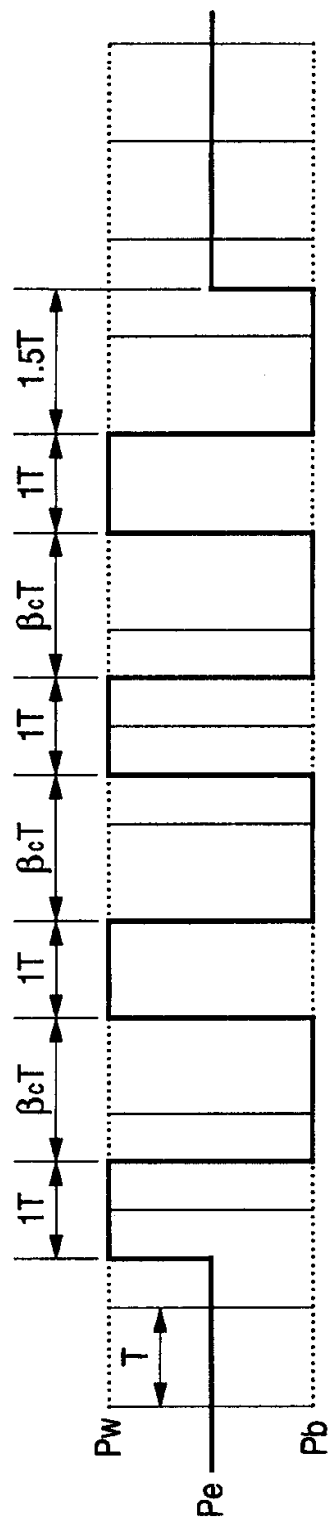


图 14(b)

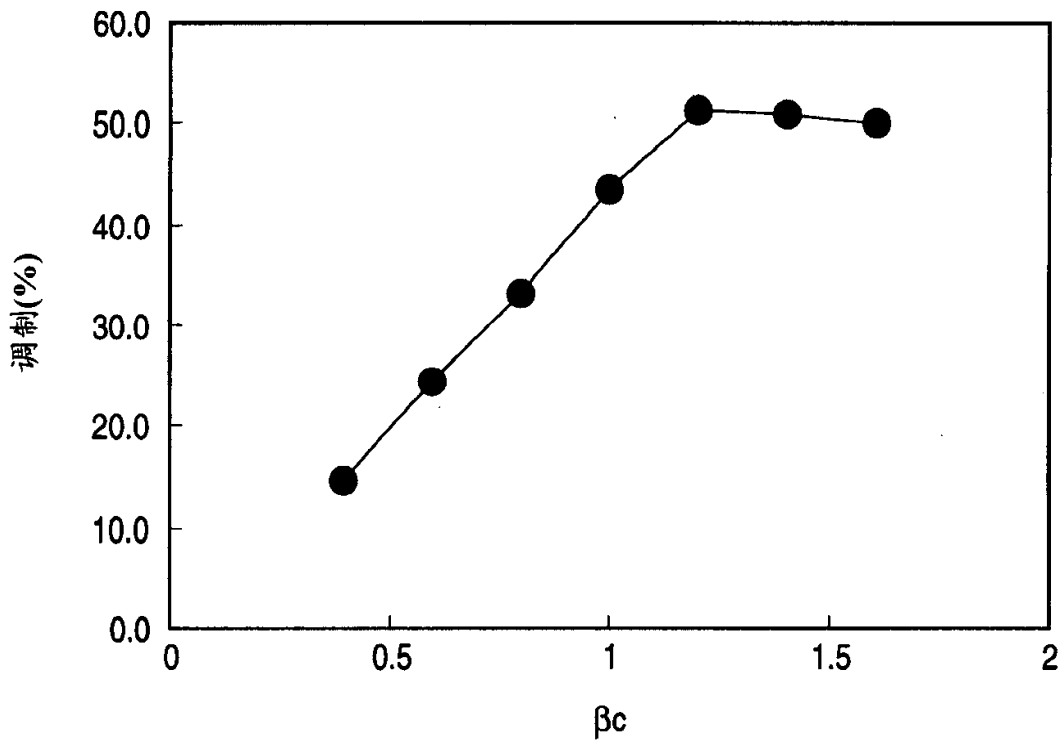


图 15(a)

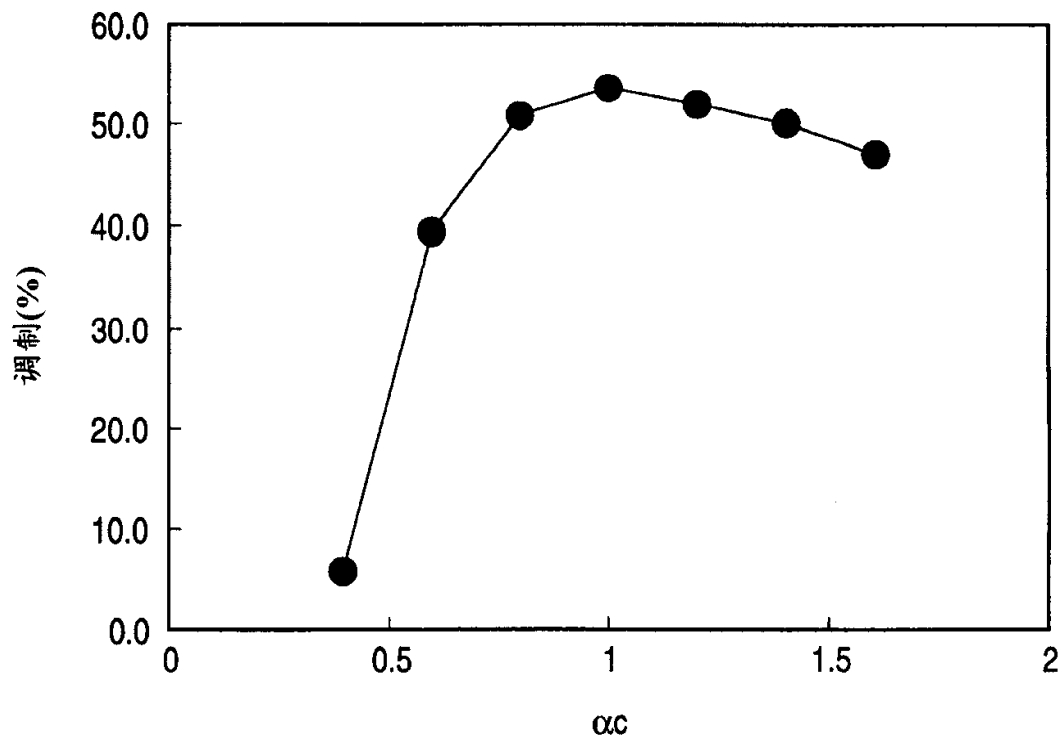


图 15(b)

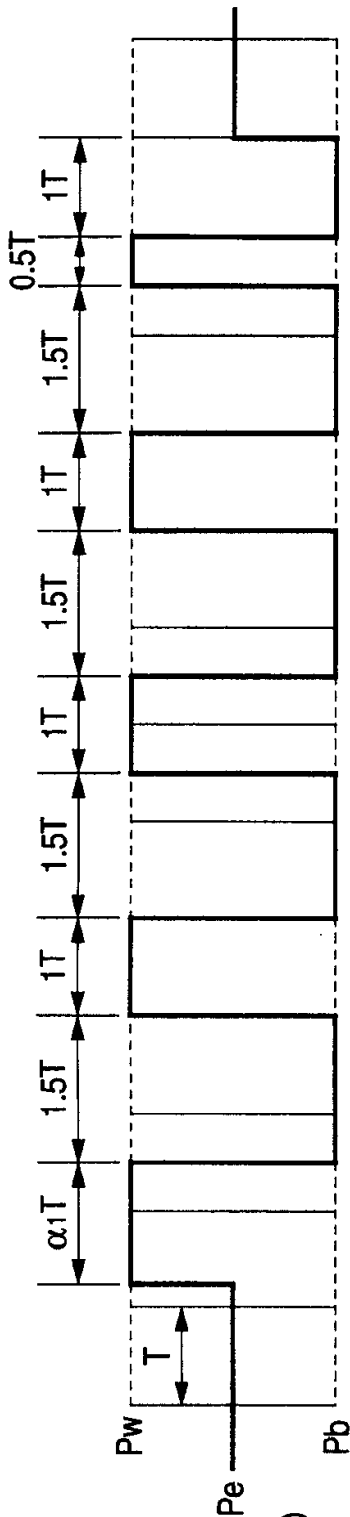


图 16(a)

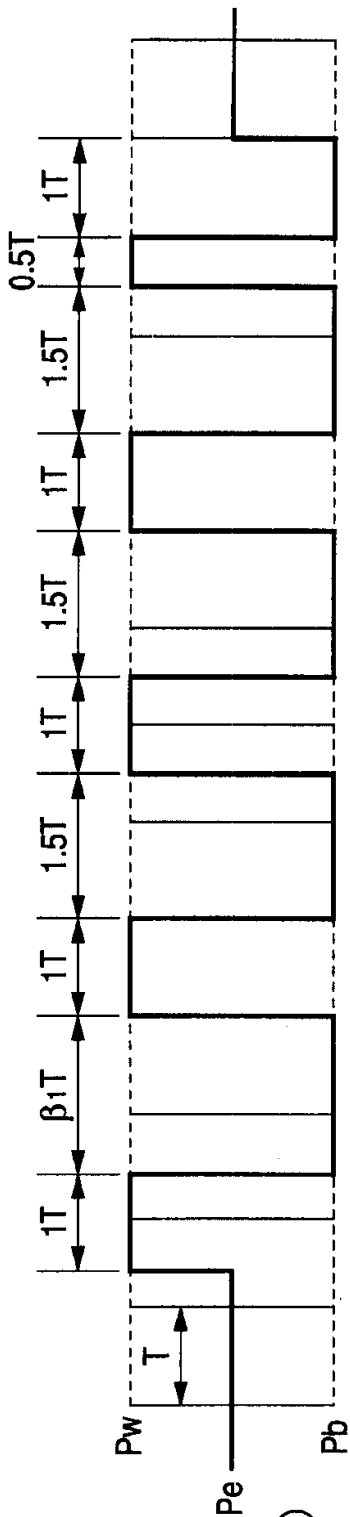


图 16(b)

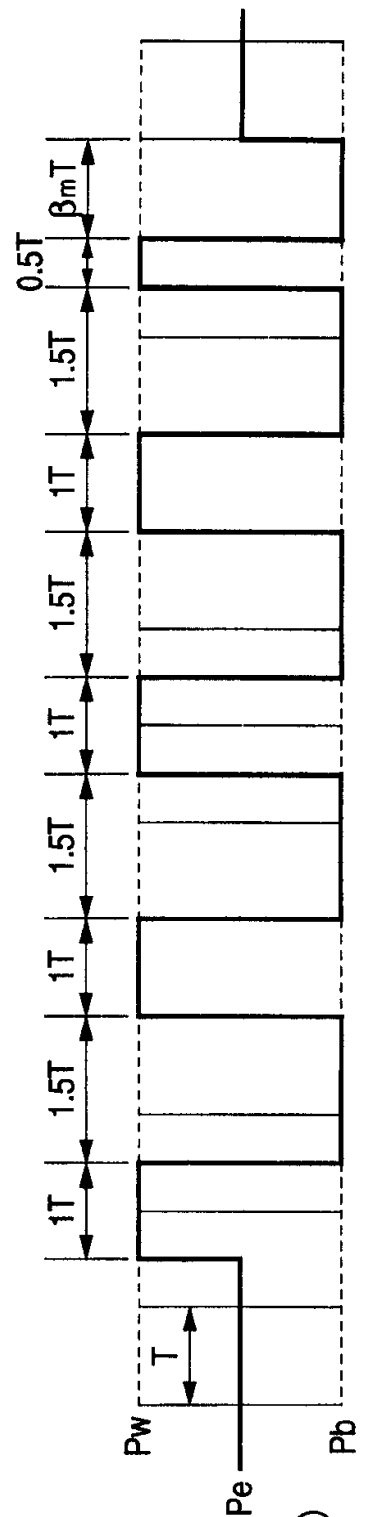
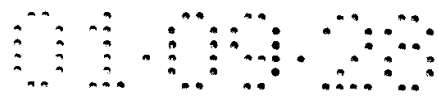


图 16(c)



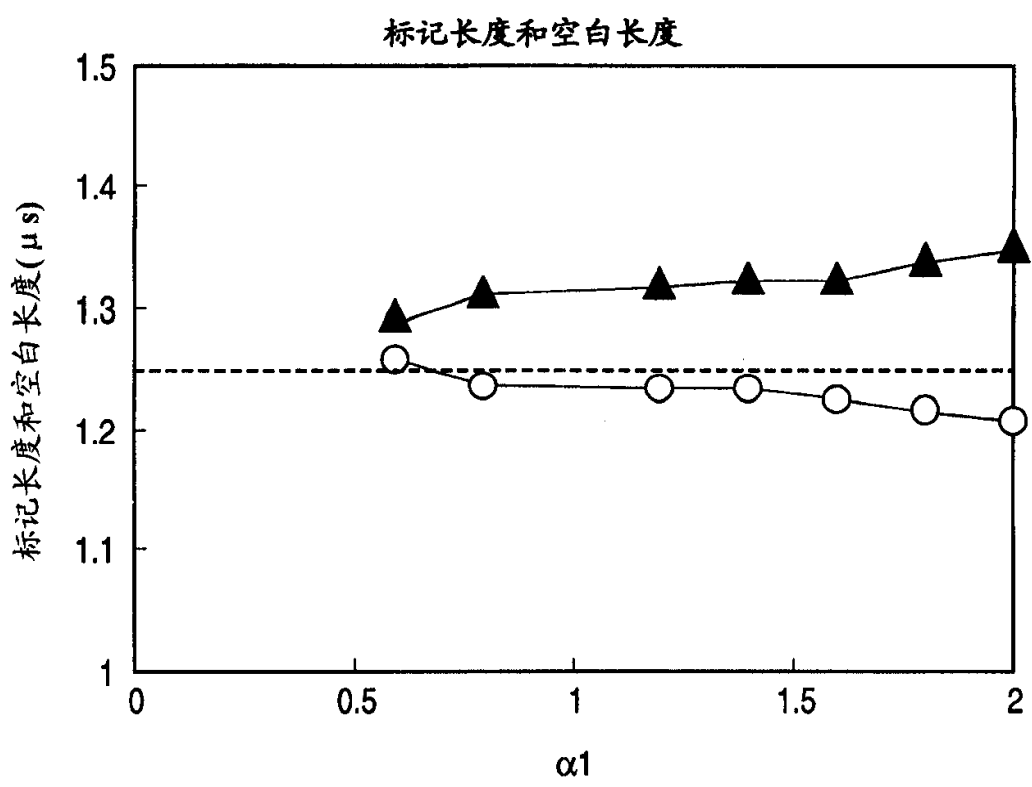


图 17(a)

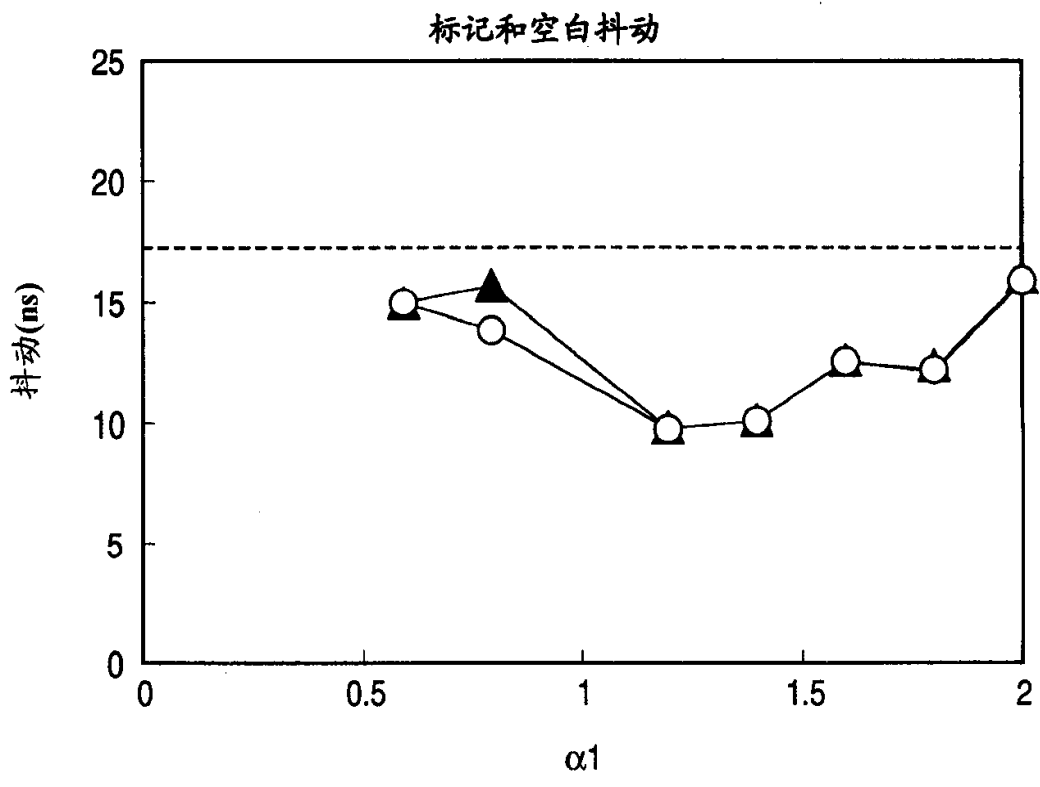


图 17(b)

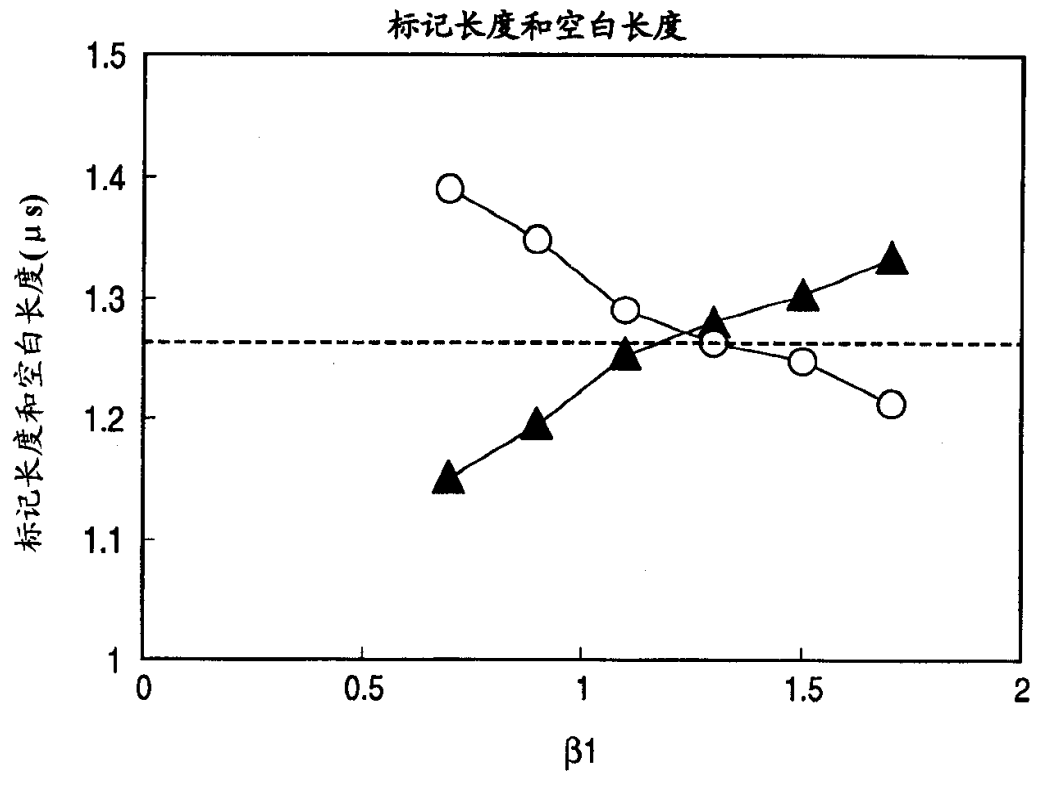


图 18(a)

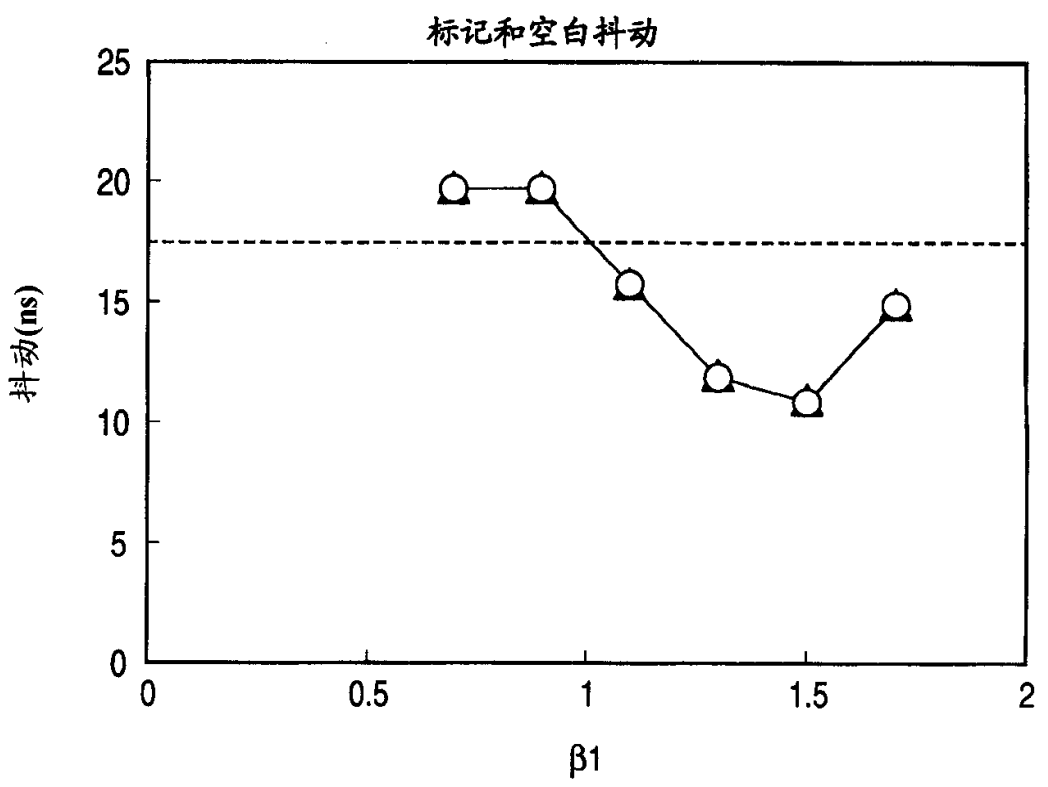


图 18(b)

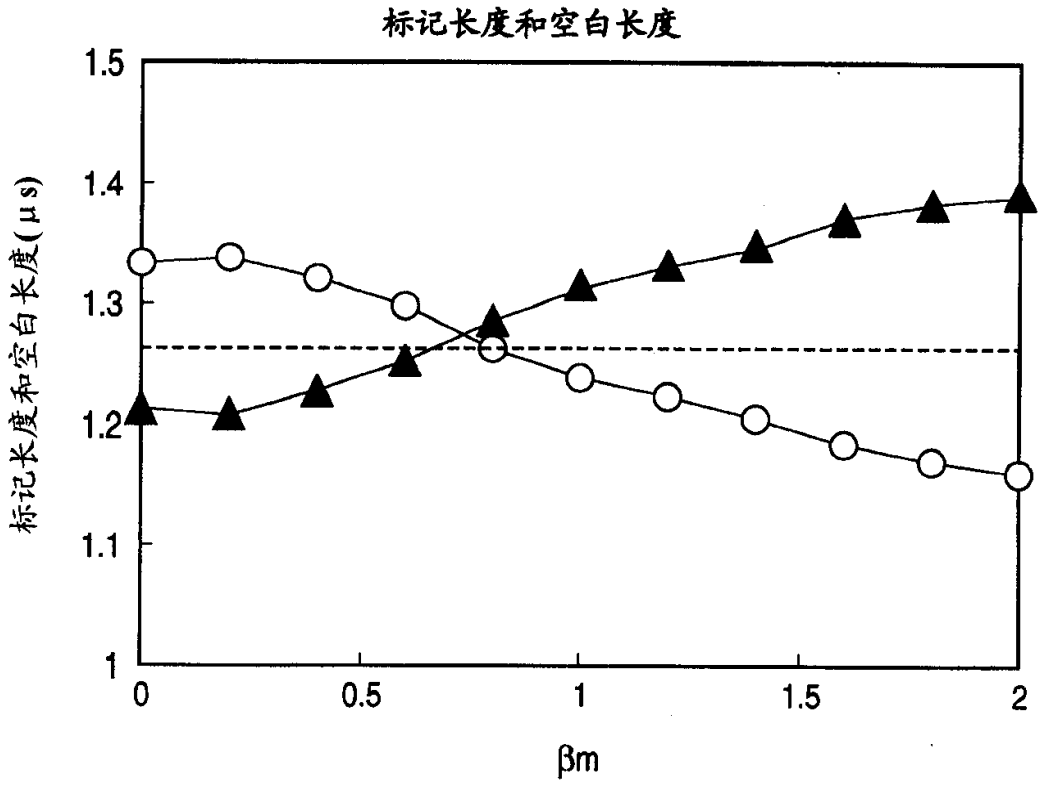


图 19(a)

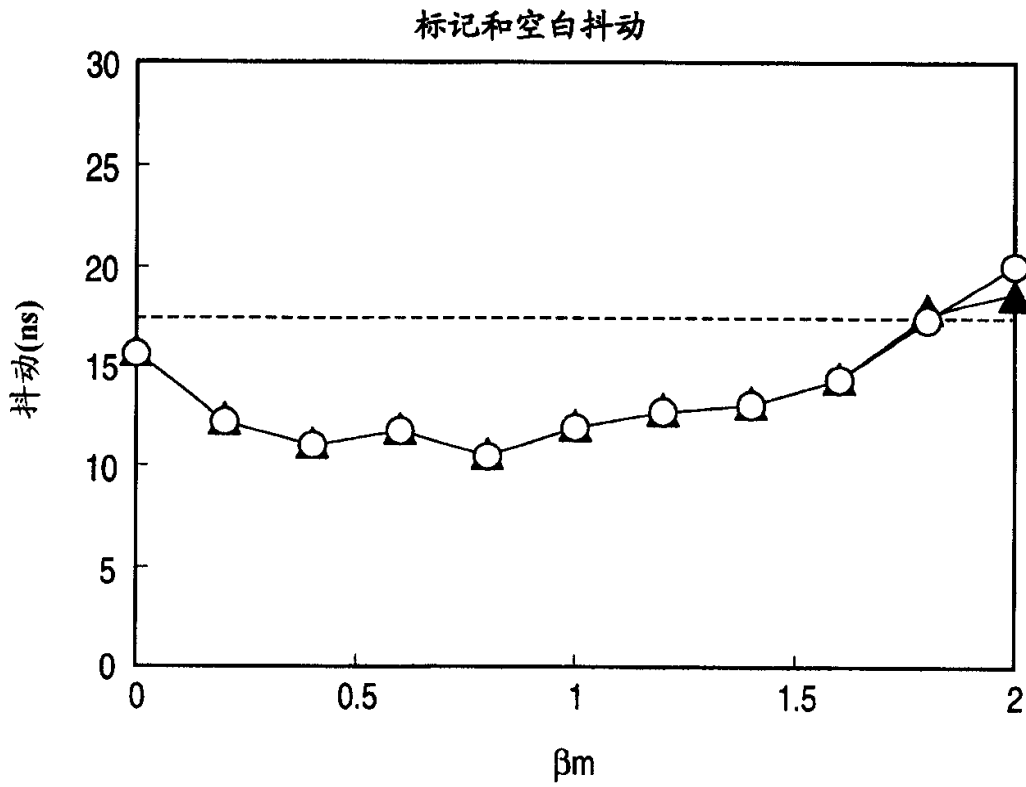


图 19(b)

	$\alpha 1$	$\beta 1$	$\alpha 2$	$\beta 2$	$\alpha 3$	$\beta 3$	$\alpha 4$	$\beta 4$	$\alpha 5$	$\beta 5$
3T	1.2T	1.5T								
4T	0.8T	1.2T	0.7T	0.9T						
5T	1.0T	1.5T	1.0T	1.1T						
6T	0.8T	1.2T	0.8T	1.2T	0.7T	0.9T				
7T	1.0T	1.5T	0.8T	1.2T	1.0T	1.1T				
8T	0.8T	1.2T	0.8T	1.2T	0.8T	1.2T	0.7T	0.9T		
9T	1.0T	1.5T	0.8T	1.2T	0.8T	1.2T	1.0T	1.1T		
10T	0.8T	1.2T	0.8T	1.2T	0.8T	1.2T	0.8T	1.2T	0.7T	0.9T
11T	1.0T	1.5T	0.8T	1.2T	0.8T	1.2T	0.8T	1.2T	1.0T	1.1T

图 20

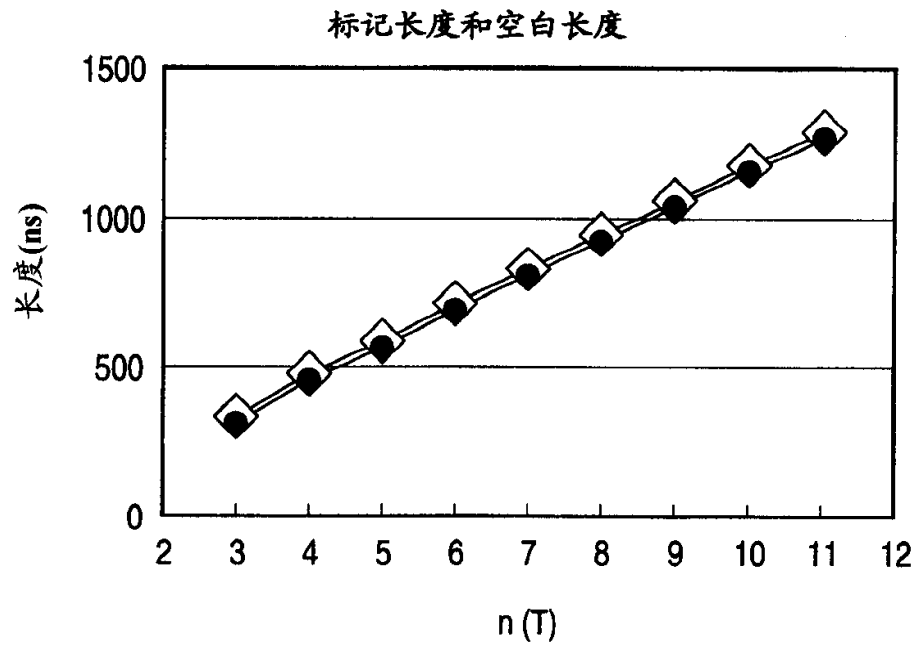


图 21 (a)

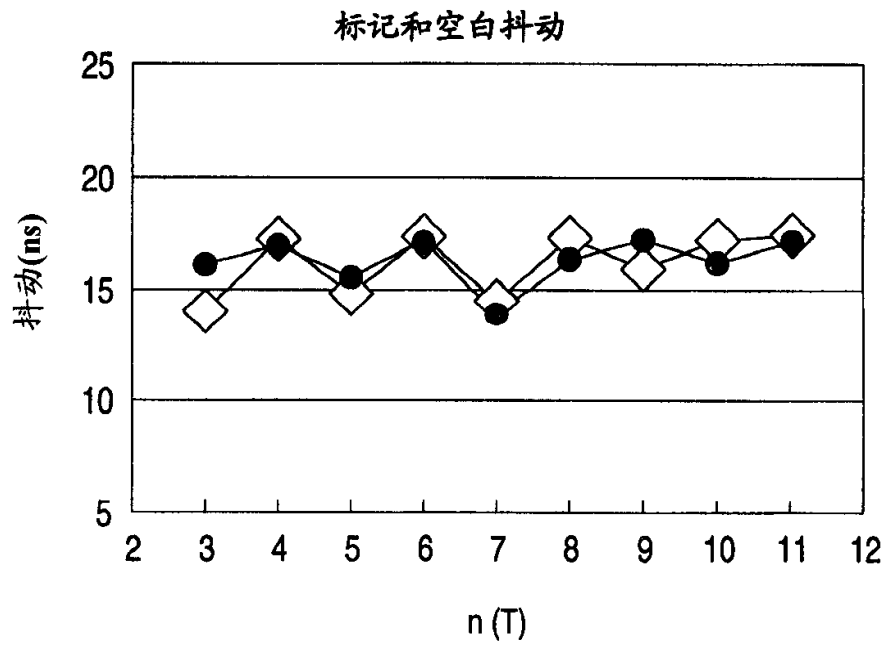
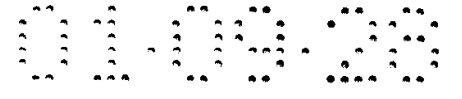


图 21 (b)



	$\alpha 1$	$\beta 1$	$\alpha 2$	$\beta 2$	$\alpha 3$	$\beta 3$	$\alpha 4$	$\beta 4$	$\alpha 5$	$\beta 5$
3T	0.8T	2.4T								
4T	0.6T	1.4T	0.5T	1.4T						
5T	0.6T	1.9T	0.6T	1.8T						
6T	0.6T	1.4T	0.5T	1.5T	0.5T	1.4T				
7T	0.6T	1.9T	0.5T	1.5T	0.6T	1.8T				
8T	0.6T	1.4T	0.5T	1.5T	0.5T	1.5T	0.5T	1.4T		
9T	0.6T	1.9T	0.5T	1.5T	0.5T	1.5T	0.6T	1.8T		
10T	0.6T	1.4T	0.5T	1.5T	0.5T	1.5T	0.5T	1.5T	0.5T	1.4T
11T	0.6T	1.9T	0.5T	1.5T	0.5T	1.5T	0.5T	1.5T	0.8T	1.8T

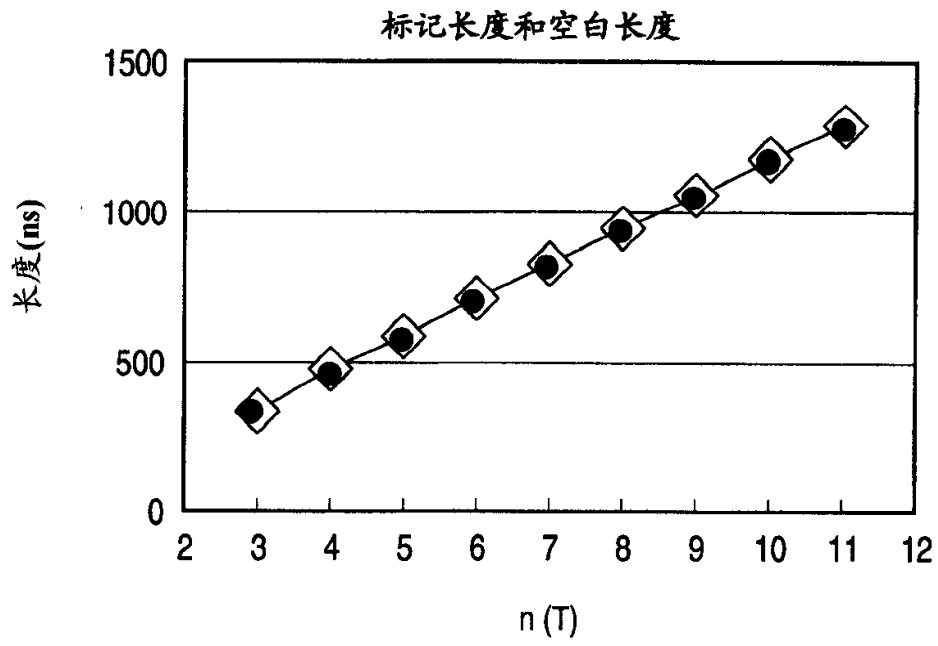


图 23(a)

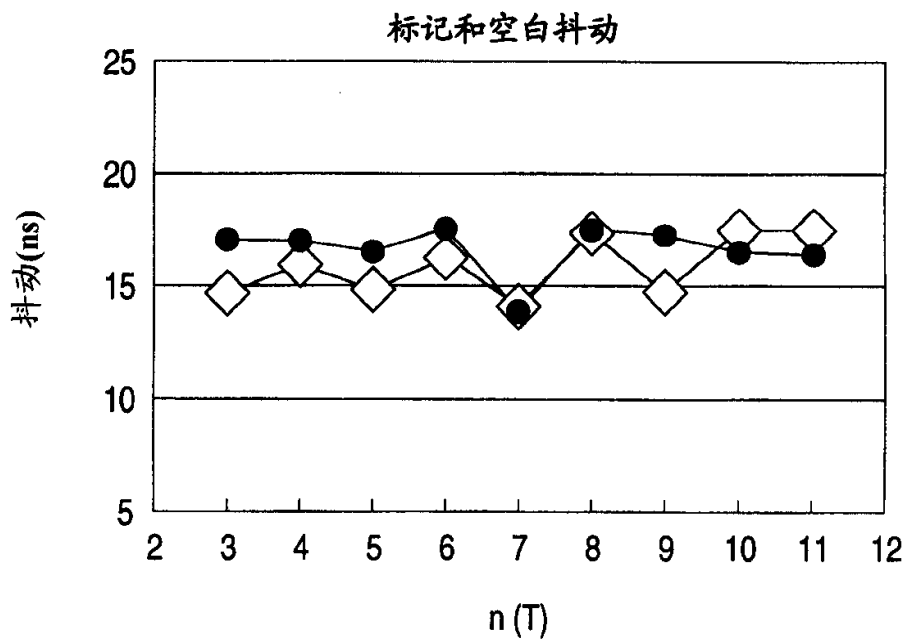


图 23(b)

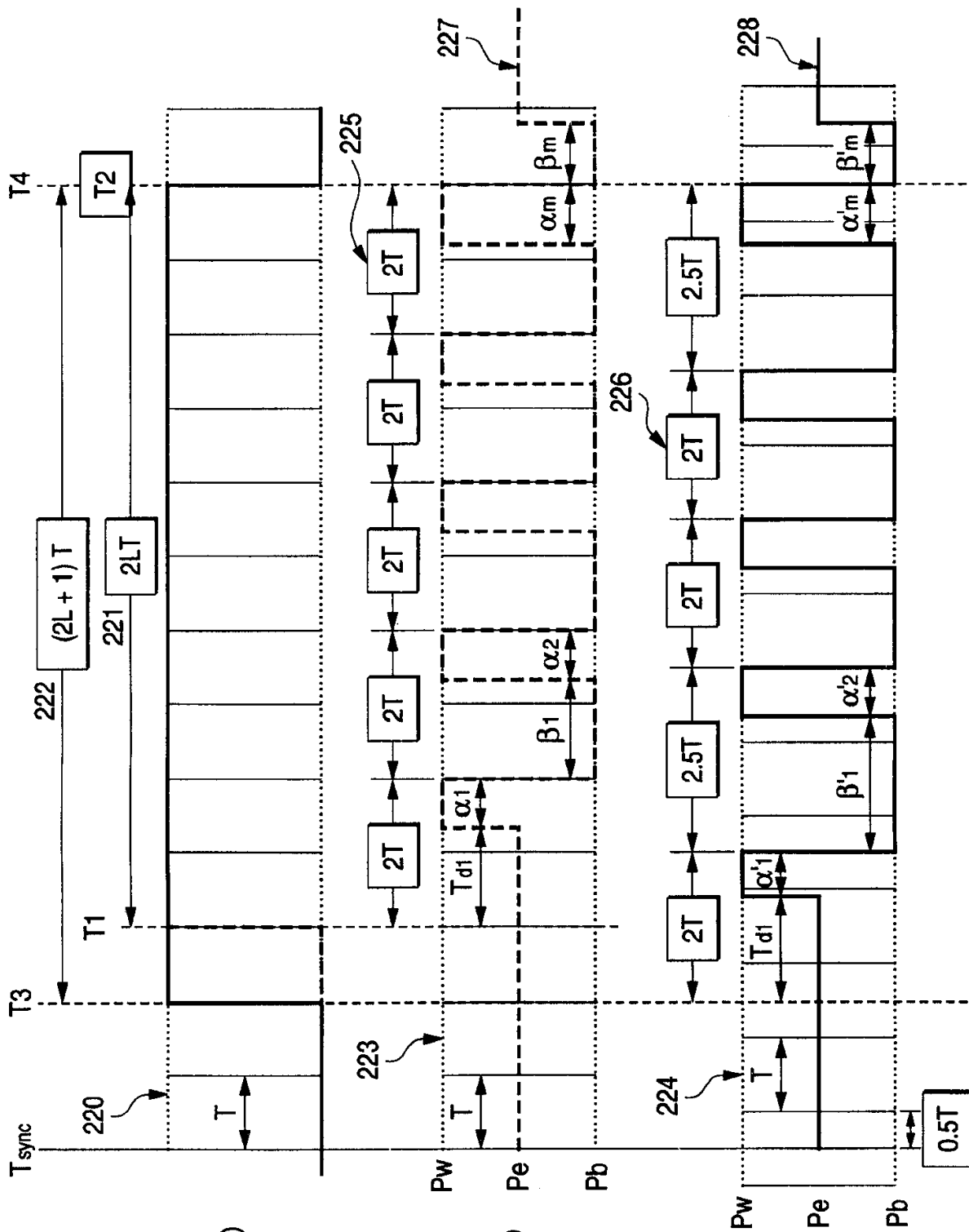


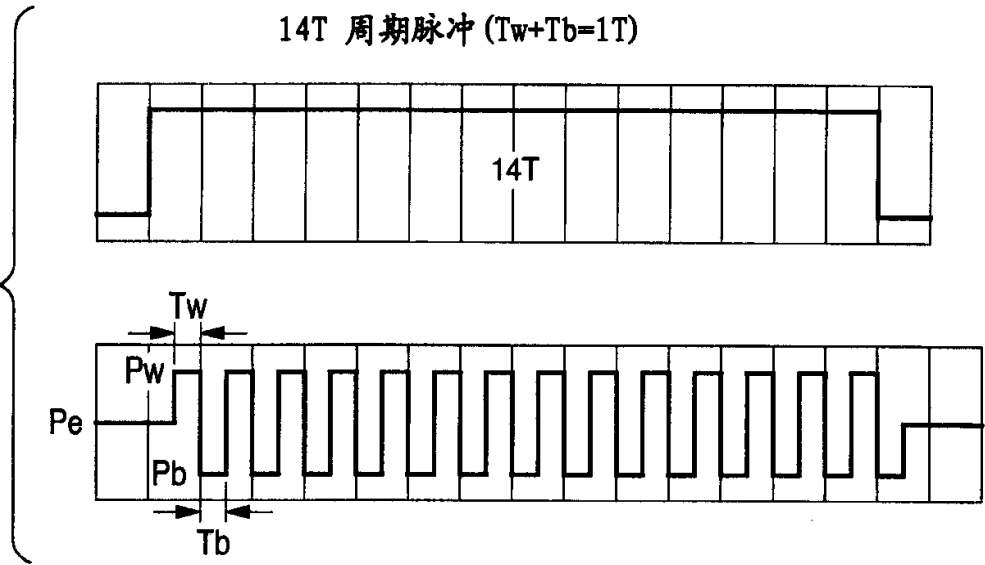
图 24(a)

图 24(b)

图 24(c)

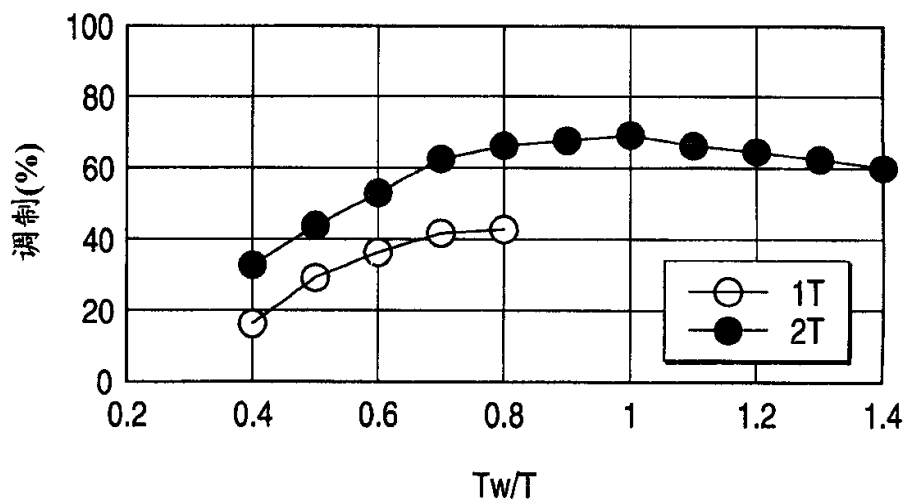
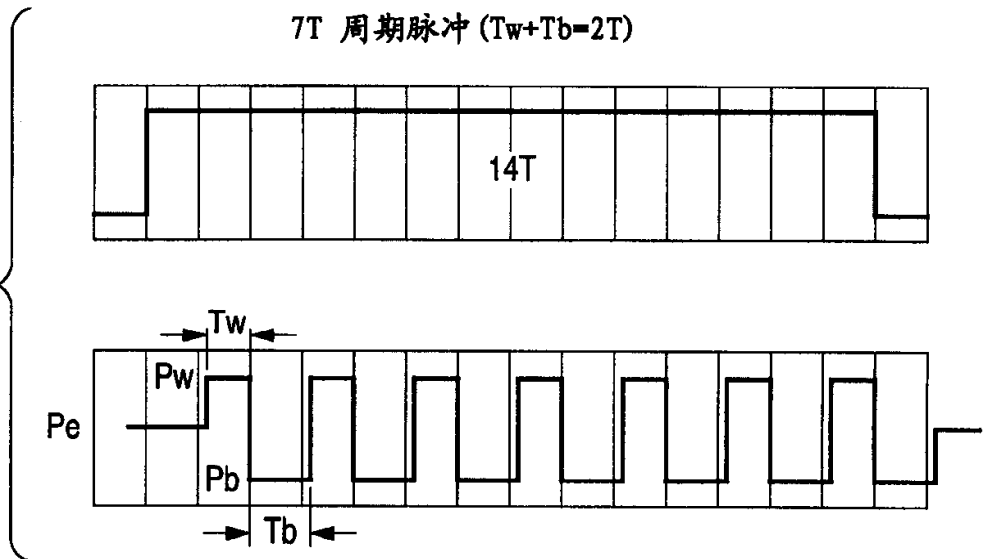
图

25 (a)



图

25 (b)



图

25 (c)

	Td1	$\alpha 1$	$\beta 1$	$\alpha 2$	$\beta 2$	$\alpha 3$	$\beta 3$	$\alpha 4$	$\beta 4$	$\alpha 5$	$\beta 5$	$\alpha 6$	$\beta 6$	$\alpha 7$	$\beta 7$
3T	1.15T	1.2T	0.8T												
4T	0.95T	1.05T	1.0T	1.0T	0.4T										
5T	1.0T	1.05T	1.7T	1.2T	0.4T										
6T	0.95T	1.05T	1.0T	1.0T	1.0T	0.4T									
7T	1.0T	1.05T	1.45T	1.0T	1.45T	0.4T									
8T	0.95T	1.05T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	0.4T						
9T	1.0T	1.05T	1.45T	1.0T	1.0T	1.0T	1.45T	1.0T	0.4T						
10T	0.95T	1.05T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	0.4T				
11T	1.0T	1.05T	1.45T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	1.45T	1.0T	0.4T				
14T	0.95T	1.05T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	1.0T	0.4T

图 26

记录功率与调制的关系曲线

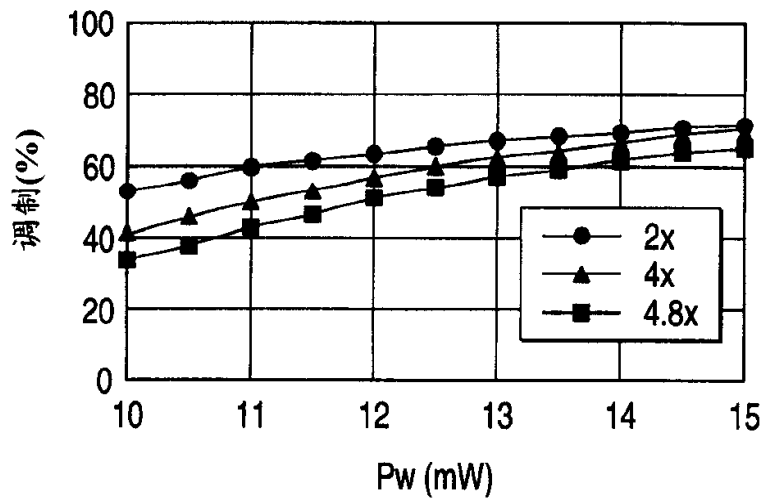


图 27(a)

记录功率与边缘一时钟抖动的关系曲线

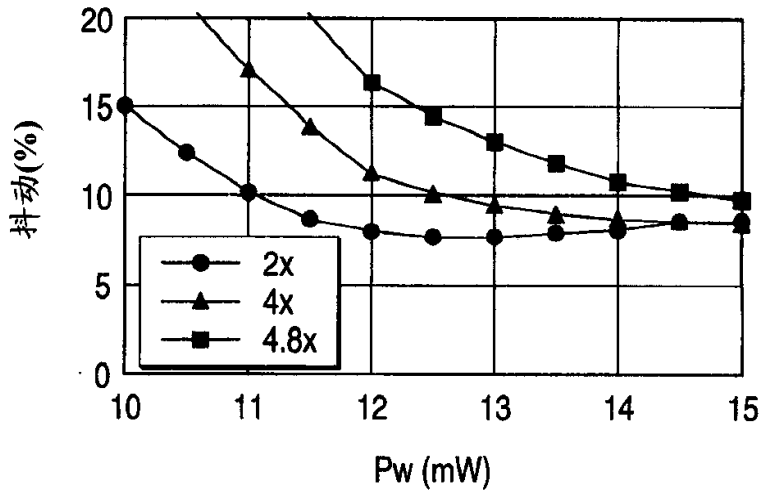


图 27(b)

重写周期与边缘一时钟抖动的关系曲线

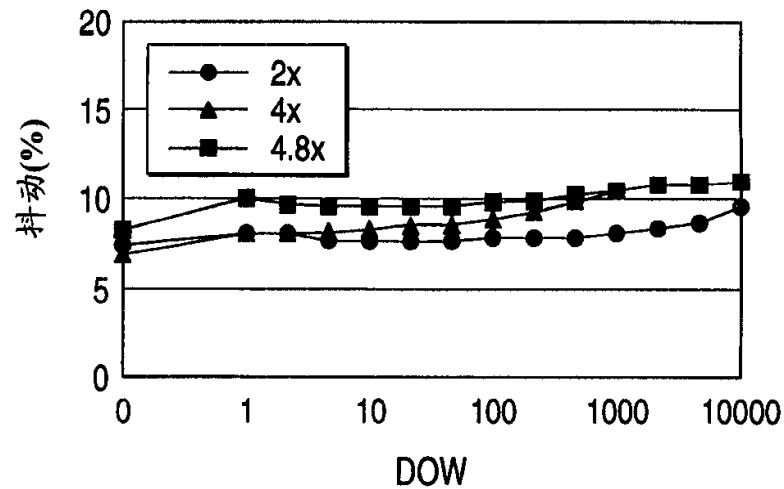


图 27(c)



	Td1	α_1	β_1	α_2	β_2	α_3	β_3	α_4	β_4	α_5	β_5	α_6	β_6	α_7	β_7
3T	1.05T	1.2T	1.2T												
4T	1.0T	1.0T	1.3T	0.7T	0.7T										
5T	1.05T	1.0T	2.0T	0.9T	0.7T										
6T	1.0T	1.0T	1.3T	0.7T	1.3T	0.7T	0.7T								
7T	1.05T	1.0T	1.75T	0.7T	1.75T	0.7T	0.7T								
8T	1.0T	1.0T	1.3T	0.7T	1.3T	0.7T	1.3T	0.7T	0.7T						
9T	1.05T	1.0T	1.75T	0.7T	1.3T	0.7T	1.75T	0.7T	0.7T						
10T	1.0T	1.0T	1.3T	0.7T	1.3T	0.7T	1.3T	0.7T	1.3T	0.7T	0.7T				
11T	1.05T	1.0T	1.75T	0.7T	1.3T	0.7T	1.3T	0.7T	1.75T	0.7T	0.7T				
14T	1.0T	1.0T	1.3T	0.7T	1.3T	0.7T	1.3T	0.7T	1.3T	0.7T	1.3T	0.7T	1.3T	0.7T	0.7T

图 28