



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101498654 B

(45) 授权公告日 2010. 11. 17

(21) 申请号 200910009706. 3

(22) 申请日 2009. 01. 23

(30) 优先权数据

2008-017844 2008. 01. 29 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 井辻健明

(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 11038

代理人 魏小薇

(51) Int. Cl.

G01N 21/00(2006. 01)

G01N 21/17(2006. 01)

G01N 21/90(2006. 01)

G01B 11/06(2006. 01)

审查员 潘圆圆

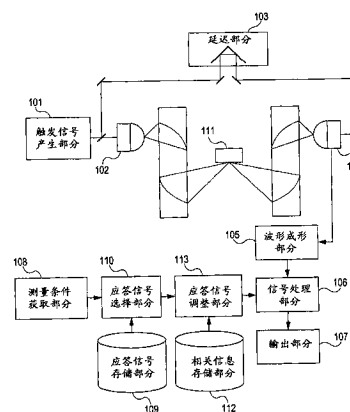
权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 19 页

(54) 发明名称

使用太赫兹波的检查装置和检查方法

(57) 摘要

提供一种检查装置,该检查装置包括:太赫兹波检测部分;波形成形部分,被配置为通过使用在上述的太赫兹波检测部分中获取的信号,使关于太赫兹波的第一应答信号成形;测量条件获取部分,被配置为获取第一测量条件;应答信号存储部分,被配置为存储与测量条件相对应的第二应答信号;选择部分,被配置为从上述的应答信号存储部分选择上述的第二应答信号;以及信号处理部分,被配置为基于上述的第二应答信号,对于上述的第一应答信号进行解卷积。



1. 一种用于通过使用太赫兹波进行待测对象的检查的检查装置,该检查装置包括:
太赫兹波产生部分;
太赫兹波检测部分,被配置为检测从太赫兹波产生部分施加到待测对象上的太赫兹波,该太赫兹波是通过待测对象被检测的;
波形成形部分,被配置为通过使用在太赫兹波检测部分中获取的信号,使关于太赫兹波的第一应答信号成形;
测量条件获取部分,被配置为获取第一测量条件;
应答信号存储部分,被配置为存储与第二测量条件相关联的第二应答信号;
选择部分,被配置为从应答信号存储部分选择与最接近所述第一测量条件的第二测量条件对应的第二应答信号;以及
信号处理部分,被配置为基于第二应答信号,对于第一应答信号进行解卷积。
2. 根据权利要求1的检查装置,其中,选择部分被配置为通过选择与最接近第一测量条件的第二测量条件对应的应答信号,选择第二应答信号。
3. 根据权利要求1的检查装置,还包括:
相关信息存储部分,被配置为存储由选择部分选择的第二应答信号的相关信息;以及
应答信号调整部分,被配置为基于所述相关信息调整第二应答信号以满足第一测量条件。
4. 根据权利要求1的检查装置,还包括比较信息存储部分,
其中,从信号处理部分的计算结果获取的信息和比较信息存储部分中的信息在比较部分中被比较。
5. 根据权利要求1的检查装置,还包括台架,被配置为相对于待测对象移动太赫兹波的施加位置。
6. 一种使用太赫兹波的检查方法,该方法包括以下步骤:
通过检测施加到待测对象上的太赫兹波使充当第一应答信号的波形成形,该太赫兹波是通过待测对象被检测的;和
获取测量条件,
其中,通过使用与最接近所获取的测量条件的存储的测量条件对应的第二应答信号进行对于第一应答信号的解卷积。
7. 根据权利要求6的检查方法,其中,在基于所获取的测量条件调整第二应答信号之后进行解卷积。

使用太赫兹波的检查装置和检查方法

技术领域

[0001] 本发明涉及检查装置和检查方法,更具体地,涉及通过使用太赫兹波进行待测对象的检查。

背景技术

[0002] 太赫兹波指的是具有 $0.03\text{THz} \sim 30\text{THz}$ 的范围内的任何频带的电磁波。在太赫兹波带中,存在从活体分子和其它各种物质的结构和状态得到的特征吸收。已开发了利用这种特性进行物质的无损分析和识别的检查技术。进一步地,可能期望对于代替 X 射线的安全成像技术以及高速通信技术的应用。

[0003] 关于这种成像技术,已开发了获取待测对象的在深度方向上的信息的装置。该装置通过对于来自待测对象的太赫兹反射波形基于太赫兹波的全反射波形进行解卷积得到尖峰状时间波形。这里,展示出在软盘(FLOPPY,注册商标)的内部成像的例子,其中,想要通过利用尖峰状时间波形确定折射率界面来提高分辨率。在日本专利公开 No. 11-108845(对应于 US6078047,此后称为专利文献 1)的图 2 中公开了通过替换为在损耗基本上为零的同时进行反射的反射镜或其它物质而被测量的太赫兹波被使用作为太赫兹波的全反射波形的形式。

发明内容

[0004] 如果在专利文献 1 中公开的装置被应用于长时间检查待测对象的检查装置,那么通常预期出现以下问题。即,由于不考虑太赫兹波的全反射波形由于太赫兹波光源的波动和例如温度和湿度的检查环境的经时变化而变化,因此测量精度会由于波动等变差。

[0005] 具体而言,关于上述的装置,如果没有适当地选择太赫兹波的全反射波形,那么尖峰状时间波形不会适当地反映待测对象的状态。结果,会发生检查本身的可靠性的劣化。

[0006] 因此,为了抑制检查环境中的这种经时变化,构想可以应用被配置为使得检查环境恒定的单元(例如,被配置为对检查环境抽真空的单元和被配置为用预定的气体替换检查环境的单元)。

[0007] 然而,对于这种形式,必需将检查环境与外部环境分开。因此,可以预想待测对象的形状和检查环境受到限制,由此装置的通用性受损。

[0008] 在专利文献 1 中公开的假定中,对于太赫兹波的全反射波形,通过用在损耗基本上为零的同时进行反射的反射镜或其它物质替换而进行测量。为了避免应用上述的被配置为使得检查环境恒定的单元,构想依次切换该反射镜和待测对象以更新太赫兹波的全反射波形的形式。然而,需要用于这一系列操作的附加检查时间。因此,预期检查装置的应用位置受到限制并且装置的通用性受损。

[0009] 如上所述,对于太赫兹波的检查装置,提供可响应检查环境等的变化并且高度通用的新型检查装置。

[0010] 根据本发明的第一方面的用于通过使用太赫兹波进行待测对象的检查的检查装

置包括：太赫兹波产生部分；太赫兹波检测部分，被配置为检测从太赫兹波产生部分施加到待测对象上的太赫兹波，该太赫兹波是通过待测对象被检测的；波形成形部分，被配置为通过使用在上述的太赫兹波检测部分中获取的信号，使关于太赫兹波的第一应答信号成形；被配置为获取第一测量条件的测量条件获取部分；被配置为存储与测量条件相关联的第二应答信号的应答信号存储部分；选择部分，被配置为通过使用上述的第一测量条件，从上述的应答信号存储部分选择上述的第二应答信号；以及信号处理部分，被配置为基于上述的第二应答信号，对于上述的第一应答信号进行解卷积。

[0011] 根据本发明的第二方面的使用太赫兹波的检查方法包括以下步骤：通过检测施加到待测对象上的太赫兹波使充当第一应答信号的波形成形，该太赫兹波是通过待测对象被检测的；以及获取测量条件，其中，通过使用与上述的获取的测量条件对应的第二应答信号，进行对于上述第一应答信号的解卷积。

[0012] 基于根据本发明的第一方面的检查装置，可提供可响应检查环境等的变化并高度通用的新型检查装置。

[0013] 参照附图阅读示例性实施例的以下描述，本发明的其它特征将变得清晰。

附图说明

[0014] 图 1 是用于说明根据第一实施例的检查装置的配置的示意图。

[0015] 图 2 是用于说明根据例子 1 的检查装置的操作的流程图。

[0016] 图 3A ~ 3C 是示出根据例子 1 的检查装置的各单个部分的波形的图。

[0017] 图 4 是用于说明根据例子 2 的检查装置的操作的流程图。

[0018] 图 5A ~ 5C 是示出根据例子 2 的检查装置的各单个部分的波形的图。

[0019] 图 6 是用于说明根据第三实施例的比较装置的配置的图。

[0020] 图 7 是用于说明根据例子 3 的检查装置的操作的流程图。

[0021] 图 8A ~ 8C 是示出根据例子 3 的检查装置的各单个部分的波形的图。

[0022] 图 9 是用于说明根据第四实施例的比较检查装置的配置的示意图。

[0023] 图 10 是用于说明根据例子 4 的检查装置的操作的流程图。

[0024] 图 11A ~ 11C 是示出根据例子 4 的检查装置的各单个部分的波形的图。

[0025] 图 12 是示出根据例子 4 的输出部分的图像形成结果的图。

[0026] 图 13 是用于说明用于分配第二应答信号的方法的图。

[0027] 图 14A ~ 14C 是用于说明根据第三实施例的用于检查与理想状态的差异的装置的图。

[0028] 图 15A 和图 15B 是用于说明相关信息的图。

[0029] 图 16 是示出根据例子 5 的输出部分的图像形成结果的图。

[0030] 图 17 是用于说明根据例子 5 的检查装置的厚度分辨率的图。

具体实施方式

[0031] 以下将参照附图描述用于执行本发明的实施例。

[0032] 第一实施例：检查装置

[0033] 本实施例示出根据本发明的第一方面的使用太赫兹波的检查装置的一种形式。

[0034] 该检查装置被配置为包括太赫兹波产生部分和被配置为检测从太赫兹波产生部分向待测对象施加的太赫兹波的太赫兹波检测部分,该太赫兹波通过待测对象被检测。进一步地,包括被配置为通过使用在上述太赫兹波检测部分中获取的信号使关于太赫兹波的第一应答信号成形的波形成形部分、被配置为获取第一测量条件的测量条件获取部分和被配置为存储与测量条件相关联的第二应答信号的应答信号存储部分。

[0035] 此外,包括被配置为通过使用上述第一测量条件从上述应答信号存储部分选择上述第二应答信号的选择部分和被配置为基于上述第二应答信号对于上述第一应答信号进行解卷积的信号处理部分。这里,在第二应答信号的选择中,可选择与最接近上述第一测量条件的第二测量条件对应的应答信号。

[0036] 根据该配置,可提供可抑制或减少基于检查环境变化的信号变化的检查装置。顺便说一句,通过待测对象检测施加的太赫兹波指的是检测被待测对象影响过的例如透射波或反射波的太赫兹波。该待测对象包括固体、气体和液体。

[0037] 以下参照附图提供详细的说明。

[0038] 图 1 是根据本实施例的太赫兹波检查装置的示意性配置图。如图 1 所示,根据本实施例的太赫兹波检查装置具有以下的配置。

[0039] 太赫兹波检查装置被大致分为形成来自待测对象 111 的太赫兹波的时间波形的部分和处理得到的太赫兹波的时间波形的部分。形成太赫兹波的时间波形的部分包括触发信号产生部分 101、太赫兹波产生部分 102、延迟部分 103、太赫兹波检测部分 104 和波形成形部分 105。处理太赫兹波的时间波形的部分包括信号处理部分 106、输出部分 107、测量条件获取部分 108、应答信号存储部分 109、应答信号选择部分 110、相关信息存储部分 112 和应答信号调整部分 113。

[0040] 形成太赫兹波的时间波形的部分执行向待测对象 111 施加脉冲太赫兹波并检测来自待测对象 111 的太赫兹波的操作。关于这一系列的操作,可以应用所谓的太赫兹时域光谱法 (THz-TDS)。将简要描述各单个部分的操作。

[0041] 触发信号产生部分 101 产生用于操作在后面描述的太赫兹波产生部分 102 和太赫兹波检测部分 104 的触发信号。触发信号是用于操作构成太赫兹波产生部分 102 和太赫兹波检测部分 104 的各器件的信号。因此,根据各器件的操作原理适当地选择触发信号的类型和特性。触发信号的类型包含光信号和电信号。例如,关于光信号,可以应用操作例如光电二极管的光电转换器件的信号。关于电信号,可以应用操作例如晶体管的半导体器件的信号。进一步地,可以应用驱动系统的晶体管-晶体管逻辑 (TTL) 信号。在本发明中,该触发信号具有断续的或周期性的特性。

[0042] 太赫兹波产生部分 102 是基于上述触发信号产生太赫兹波的部分。太赫兹波的时间波形为脉冲的形状。关于产生这种太赫兹波的技术,可以应用各种技术。这些技术的例子包含利用瞬时承载电流的技术和利用增益结构的技术。关于利用瞬时承载电流的技术,可以应用从镜面抛光的半导体或有机晶体的表面产生太赫兹波的技术以及其中在半导体薄膜上从金属电极形成天线图案的光电导元件。此外,可以应用 PIN 二极管。关于利用增益结构的技术,可以应用使用半导体量子阱结构的技术。

[0043] 延迟部分 103 是用于调整到达太赫兹波检测部分 104 的触发信号关于到达太赫兹波产生部分 102 的触发信号的延迟时间的部分。调整延迟时间包含直接调整光学长度的技

术和调整有效光学长度的技术。直接调整技术的例子包含使用折叠光学系统和操作部分的方法。调整有效光学长度的技术的例子包含改变触发信号的传播路径中的时间常数的方法。

[0044] 太赫兹波检测部分 104 是用于通过在延迟部分 103 中调整了延迟时间的触发信号检测太赫兹波的部分。尚未见到实时响应太赫兹波的半导体器件被商业化。因此,在 THz-TDS 中,获取输入触发信号的时间点上的太赫兹波的瞬间强度信号,并且,通过该触发信号对太赫兹波的时间波形进行采样。与这种太赫兹波检测部分 104 相关联的技术的例子包括检测由于光电导导致的与场强度对应的电流的技术、通过使用光电效应检测电场的技术和通过使用磁光效应检测磁场的技术。关于检测由于光电导导致的电流的技术,可应用光电导元件。关于通过使用电光效应检测电场的技术,可应用使用正交偏振器和电光晶体的技术。关于通过使用磁光效应检测磁场的技术,可应用使用正交偏振器和磁光晶体的技术。

[0045] 波形成形部分 105 是用于从在太赫兹波检测部分 104 中检测的瞬间信号形成太赫兹波的时间波形的部分。在本发明中,在波形成形部分 105 中获取的太赫兹波的时间波形也可被称为第一应答信号。

[0046] 关于上述的形成太赫兹波的时间波形的部分,只要可获取来自待测对象 111 的太赫兹波的时间波形,可任选地设置太赫兹波产生部分 102 和太赫兹波检测部分 104 的元件配置以及包含它们的光学系统的布置。

[0047] 以下将描述处理得到的太赫兹波的时间波形的部分。还将描述各单个部分的操作。

[0048] 信号处理部分 106 是用于基于后面描述的第二应答信号对于第一应答信号进行解卷积的部分。当假定第一应答信号为 $y(t)$ 并假定第二应答信号为 $h(t)$ 时,信号处理部分 106 基于下面描述的式 (1) 通过减少第二应答信号 $h(t)$ 的影响从第一应答信号 $y(t)$ 计算信号 $x(t)$ 。从另一观点,在波形成形部分 105 中获取的来自待测对象 111 的第一应答信号 $y(t)$ 被定义为通过用第二应答信号 $h(t)$ 改变信号 $x(t)$ 产生的信号。

$$[0049] \quad y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)h(t-\tau)d\tau = x(t)*h(t) \text{ 式 (1)}$$

[0050] 在式 (1) 中,第二应答信号 $h(t)$ 是一个信号。但是,在一些情况下,可以包含多个信号。在这种情况下,如式 (2) 所表示的那样,第一应答信号 $y(t)$ 被定义为通过用多个因素改变信号 $x(t)$ 而产生的信号。

$$[0051] \quad y(t) = x(t)*h_1(t)*h_2(t)*\cdots*h_n(t)$$

[0052] (这里, n 表示整数) 式 (2)

[0053] 输出部分 107 是与用户界面对应的部分,并且适当地处理信号处理部分 106 的计算结果 $x(t)$ 以提供给用户。在一些情况下,输出部分 107 通过使用计算结果控制其它单元的操作。

[0054] 测量条件获取部分 108 是用于获取本检查装置的测量条件(第一测量条件)的部分。测量条件是能够改变来自待测对象 111 的第一应答信号的信息。测量条件的例子包括太赫兹波检查装置的测量环境、与待测对象 111 的性质有关的信息和与待测对象 111 的结构有关的信息。太赫兹波检查装置的测量环境的例子包括温度、湿度和太赫兹波产生部分

102 的功率波动。与性质有关的信息的例子包含待测对象 111 的折射率和折射率分布、混合比、例如导电性的分布性质和混合物的分散状态。与结构有关的信息的例子包括待测对象 111 的内部结构,该结构是基于制造过程和制造条件被估计的。

[0055] 应答信号存储部分 109 是存储有预定测量条件(第二测量条件)下的第二应答信号的部分。

[0056] 应答信号选择部分 110 是用于在参照在测量条件获取部分 108 中获取的第一测量条件的同时获取存储在应答信号存储部分 109 中的第二应答信号的部分。具体地,应答信号选择部分 110 选择最接近所参照的第一测量条件的第二测量条件,并获取与该第二测量条件对应的第二应答信号。在第一测量条件为一种类型的情况下,选择最接近所关注的第一测量条件的第二测量条件,并获取第二应答信号。在存在多种类型的第一测量条件的情况下,通过使用关于多项目的矩阵表进行选择。在通过使用关于多项目的矩阵表获取第二应答信号的情况下,应答信号选择部分 110 关于多个第一测量条件对项目分配权重,并且对于各单个项目选择最接近第一测量条件的第二测量条件。然后,应答信号选择部分 110 从矩阵表获取第二应答信号。进一步地,如上所述,在存在多种类型的第一测量条件的情况下,假定第一应答信号由多种因素构成,并且,依次获取最接近第一测量条件的第二测量条件,使得获取与第二测量条件对应的第二应答信号。在这种情况下,信号处理部分 106 依次基于多个第二应答信号对于第一应答信号进行解卷积。

[0057] 如果需要的话,设置图 1 中描述的相关信息存储部分 112 和应答信号调整部分 113,并且,它们在本发明中不是必不可少的。

[0058] 在使用相关信息存储部分 112 和应答信号调整部分 113 的情况下,包括以下的应用形式。

[0059] 特别地,通过这些相关信息存储部分 112 和应答信号调整部分 113 对从上述应答信号存储部分 109 提取的上述第二应答信号进行细微调整,并且将细微调整后的信号作为第二应答信号提供给信号处理部分 106。存储在应答信号存储部分 109 中的第二应答信号与第二测量条件相关联。这些第二应答信号可基本上与可被用作第一测量条件的所有测量条件相关联。但是,在一些实际情况下,离散的第二测量条件与测量条件相关联。这里使用的术语“所有测量条件”被定义为与相邻的第二测量条件相关联的第二应答信号变为同一信号的状态。即,指的是第二应答信号可一切包括在内地被分配给所有第一测量条件的状态。此外,离散的测量条件被定义为其中与相邻的第二测量条件相关联的第二应答信号不同的状态。图 15A 示出第二应答信号与离散的第二测量条件相关联的例子。图 15A 对于第二应答信号示出基于测量条件的吸收度和相位状态。多个第二测量条件(测量条件 1~3)的频率特性相互不同。

[0060] 相关信息存储部分 112 是其中定义和存储存储在应答信号存储部分 109 中的第二应答信号的相关信息的部分。相关信息存储部分 112 具有基于多个第二应答信号预测第一测量条件下的第二应答信号的功能。

[0061] 预测技术的例子包括用于从与第一测量条件周边的测量条件(与存储在应答信号存储部分 109 中的第二测量条件对应)相关联的第二应答信号预测倾向的技术和通过计算确定第一测量条件下的第二应答信号的技术。

[0062] 预测倾向的技术的例子包括如图 15B 所示通过画出关于第二应答信号的特征点

的校准曲线进行预测的技术。关于通过计算确定的技术,设想通过组合使用关于测量条件的关系式和仿真来确定存储的第二应答信号的变化技术。

[0063] 应答信号调整部分 113 是用于以使得满足第一测量条件的方式基于存储在相关信息存储部分 112 中的相关信息对在应答信号选择部分 110 中获取的第二应答信号进行细微调整的部分。例如,在由如图 15B 所示的校准曲线提供相关信息的情况下,沿这些校准曲线细微调整吸收度值、频率和出现相位反转的频率。应答信号调整部分 113 向信号处理部分 106 提供该细微调整的第二应答信号。如上所述,在本发明中,根据需要设置相关信息存储部分 112 和应答信号调整部分 113。

[0064] 以下将描述太赫兹波检查装置的操作。

[0065] 在进行检查的位置上布置待测对象 111。该布置方法包括移动待测对象 111 的情况和移动检查装置的情况。移动待测对象 111 的情况包括控制位置和取向的情况和通过例如带传输器的传输机构依次将多个待测对象 111 移动到预定位置的情况。并且,移动检查装置的情况包括通过驱动机构改变太赫兹波的发射方向的情况和将检查装置的一部分或整个检查装置移动到预定位置的情况。

[0066] 太赫兹波检查装置开始太赫兹波的波形的观察,并且,波形成形部分 105 形成来自待测对象 111 的太赫兹波的时间波形(第一应答信号)。测量条件获取部分 108 监视太赫兹波的波形观察中的测量条件(第一测量条件)。应答信号选择部分 110 从存储在应答信号存储部分 109 中的多个测量条件选择最接近第一测量条件的测量条件(第二测量条件)。随后,应答信号选择部分 110 获取与第二测量条件对应的应答信号(第二应答信号)。可通过直接使用这里获取的应答信号进行计算。

[0067] 作为替代方案,在应答信号调整部分 113 中,通过使用存储在相关信息存储部分 112 中的相关信息,确定使第二测量条件满足第一测量条件的第二应答信号的调整量。应答信号调整部分 113 通过使用得到的调整量细微调整第二应答信号。然后,还能够通过使用得到的细微调整后的应答信号在上述的信号处理部分 106 中进行计算。

[0068] 这里,计算在信号处理部分 106 中进行,并且指的是基于第二应答信号对于第一应答信号进行解卷积。输出部分 107 向用户提供计算结果,并且,太赫兹波检查装置完成待测对象 111 的检查。

[0069] 如上所述,在本实施例中,即使测量条件随时间改变,也根据变化细微调整第二应答信号。结果,关于计算结果,经时变化对于测量条件的影响被抑制。因此,根据本发明的实施例的太赫兹波检查装置,即使当长时间操作太赫兹波检查装置时,也能够补偿测量条件的变化并增强太赫兹波检查装置的通用性。

[0070] 第二实施例:检查方法

[0071] 根据本发明的第二方面的使用太赫兹波的检查方法包括以下步骤。

[0072] 具体而言,包括步骤 1,在该步骤 1 中,通过检测施加到待测对象上的太赫兹波而使充当第一应答信号的波形成形,该太赫兹波是通过待测对象被检测的。进一步地,包括步骤 2,在该步骤 2 中,获取测量条件,并且,通过使用与上述获取的测量条件对应的第二应答信号进行对于上述第一应答信号的解卷积。通过使用例如在上述第一实施例中说明的太赫兹波检测部分 104 和波形成形部分 105 执行上述的步骤 1。通过例如上述测量条件获取部分 108、应答信号存储部分 109、应答信号选择部分 110 和信号处理部分 106 执行上述步骤

2。

[0073] 当然,还能够根据上述测量条件调整上述第二应答信号,然后进行上述解卷积。

[0074] 在后面描述的例子 1 中详细说明根据本实施例的检查方法。

[0075] 第三实施例:比较检查装置

[0076] 本实施例示出根据本发明的太赫兹波检查装置的一种形式。特别地,本实施例涉及上述的太赫兹波检查装置的一个修改例。将不提供与上述的部分相同的部分的说明。

[0077] 图 6 是根据本实施例的太赫兹波检查装置的示意性配置图。如图 6 所示,根据本实施例的太赫兹波检查装置包括形成来自上述的待测对象 111 的太赫兹波的时间波形的部分和处理得到的太赫兹波的时间波形的部分。除了这些配置以外,太赫兹波检查装置包括比较部分 614 和比较信息存储部分 615。

[0078] 将简要描述各单个部分的操作。

[0079] 比较部分 614 是用于比较信号处理部分 106 的计算结果和后面描述的比较信息存储部分 615 的信息的部分。比较部分 614 中的比较方法的例子包括比较相对于一些基准值的程度的方法和比较形状的方法。例如,在比较相对于一些基准值的程度的情况下,包括基于强度的总量和平均值是否超过基准值来进行比较的方法。此外,包括关于信号处理部分 106 中的计算结果的波形、基于是否存在超过基准的部分(例如,强度和倾度)来进行比较的方法。在比较形状的情况下,包括基于信号处理部分 106 中的计算结果的波形是否相等来进行比较的方法。此时,即使当不完全一致时,也包括基于不一致性是否在预定的范围内来进行比较的方法。此外,包括基于是否存在波形的特征形状来进行比较的方法。这些比较是在时域和频率域之一中进行的。

[0080] 比较信息存储部分 615 是用于提供在上述的比较方法中使用的信息的部分。该信息由用户定义。

[0081] 以下将描述根据本实施例的太赫兹波检查装置的操作。将不提供与上述的操作相同的操作的说明。

[0082] 根据本实施例的太赫兹波检查装置对于待测对象 111 检查与理想状态的差异。因此,应答信号存储部分 109 存储待测对象 111 的理想状态的应答信号(第二应答信号)。这里,基于由用户假定的上述的检查装置的测量环境以及待测对象 111 的与性质有关的信息和与结构有关的信息来确定待测对象 111 的理想状态。即,根据本实施例的太赫兹波检查装置检查不为用户所假定的例如异物包含入待测对象 111 内部的情况。在上述的比较信息存储部分中提供与待测对象的理想状态有关的上述信息的情况下,通过上述的信号处理部分 106 中的计算结果和比较部分中的信息进行比较,使得与上述待测对象的理想状态的差异变得十分清楚。

[0083] 应答信号调整部分 113 以使得满足测量条件获取部分 108 的第一测量条件的方式细微调整第二应答信号。信号处理部分 106 基于第二应答信号对于第一应答信号进行解卷积。比较部分 614 比较计算结果,并基于存储在比较信息存储部分 615 中的判断准则进行判断。输出部分 107 向用户提供比较结果,并且,太赫兹波检查装置完成待测对象 111 的检查。

[0084] 在波形成形部分 105 和应答信号调整部分 113 向信号处理部分 106 输入相同信号的情况下,信号处理部分 106 的输出与德耳塔(Delta)函数近似。该状态表明实际测量结果

和从测量条件估计的结果相等。因此,待测对象 111 可被视为处于由用户假定的理想状态。德耳塔函数的基于时间的平均强度基本上变为噪声水平。例如,如果如上面描述的那样异物包含入待测对象 111 内部,那么信号处理部分 106 的输出结果不变为德耳塔函数。即,德耳塔函数的基于时间的平均强度变为噪声水平以上的特征值。变得能够通过将得到的信号与解卷积的结果相比较而增大信号比,并且可改善检查的可靠性。这样,根据本发明的本实施例,理想状态的输出可近似于德耳塔函数。因此,基于频率的信号强度基本上变为噪声水平。变得能够通过将得到的信号与解卷积的结果相比较而增大信号比,因此可改善检查的可靠性。

[0085] 在根据本发明的本实施例中,如在上述的第一实施例中那样,根据需要使用图 6 所示的相关信息存储部分 112 和应答信号调整部分 113。

[0086] 第四实施例:成像检查装置

[0087] 本实施例示出根据本发明的太赫兹波检查装置的一种形式。特别地,本实施例涉及上述的太赫兹波检查装置的一个修改例。将不提供与上述的部分相同的部分的说明。

[0088] 图 9 是根据本实施例的太赫兹波检查装置的示意性配置图。如图 9 所示,根据本实施例的太赫兹波检查装置包括形成来自上述的待测对象 111 的太赫兹波的时间波形的部分和处理得到的太赫兹波的时间波形的部分。除了这些配置以外,根据本实施例的太赫兹波检查装置包括台架 916。

[0089] 将简要描述各单个部分的操作。

[0090] 台架 916 是相对地移动太赫兹波向待测对象 111 的施加位置的台架。台架 916 沿线性方向、平面方向和组合这些方向与深度方向的方向移动太赫兹波向待测对象 111 的施加位置。在图 9 中,线性方向指的是沿与附图垂直的平面线性移动施加位置的方向。平面方向指的是沿与附图垂直的平面移动施加位置的方向。深度方向指的是沿与附图平行的平面移动施加位置的方向。

[0091] 以下将描述根据本实施例的太赫兹波检查装置的操作。将不提供与上述的操作相同的操作的说明。

[0092] 将待测对象 111 放在台架 916 上。当开始测量时,台架 916 将待测对象 111 移动到预定的位置。波形成形部分 105 形成来自待测对象 111 的太赫兹波的时间波形(第一应答信号)。测量条件获取部分 108 监视太赫兹波的波形观察期间的测量条件(第一测量条件)。应答信号调整部分 113 以使得满足第一测量条件的状态的方式细微调整选择的第二应答信号。信号处理部分 106 基于第二应答信号对于第一应答信号进行解卷积。

[0093] 台架 916 将待测对象 111 移动到下一检查位置,并再次进行检查。当完成预定区域中的检查时,输出部分 107 产生检查结果的图像并将其提供给用户。

[0094] 这里,在存储在应答信号存储部分 109 中的信息(第二应答信号)是例如待测对象 111 的与性质有关的信息和待测对象 111 的与结构有关的信息的待测对象 111 本身的信息的情况下,可以采用以下的形式。如图 13 所示,将待测对象 111 分为多个检查区域 Aab(这里,a 和 b 为整数),并且向各区域分配第二应答信号。根据这种配置,可更详细地检查待测对象 111。例如,图 13 所示的药片(其中,用涂层膜 1318 覆盖粉末 1317)具有曲面形状。关于这种形状,与向整个形状综合分配第二应答信号的情况相比,可通过细微定义检查区域来抑制形状变化对太赫兹波的波形施加的影响。根据这种配置,可根据例如性质

分布和形状变化的待测对象特有的测量条件变化给予细粒度响应。因此,可改善检查的可靠性。如上所述,可通过设置相对地移动上述的太赫兹波向上述的待测对象的施加位置的台架 916,抑制图像获取过程中的测量条件的经时变化的影响。因此进一步发挥可改善检查装置的通用性的效果。

[0095] 如图 13 所示,还能够对于上述的待测对象设置多个检查区域 1319,并在检查区域的基础上定义上述的第二应答信号。在这种情况下,由于可根据例如性质分布和形状变化的待测对象特有的测量条件变化给予细粒度响应,因此发挥可改善检查的可靠性的效果。

[0096] 进一步地,在检查关于待测对象 111 的与理想状态的差异的形式中,如在第三实施例中示出的那样,也可采用以下的检查方法。在图 14A 中,在待测对象 111(这里为药片)的内部不存在异物的状态被假定为理想状态。此时,在通常的成像检查中,如图 14B 所示,从输出部分 107 提供包含异物 1420 的待测对象 111 的内部结构。此时,在许多情况下,观看图像的用户必需判断是否存在异物 1420。但是,如上所述,在检查与理想状态的差异的形式中,从输出部分 107 提供的图像变得能够指示与理想状态的差异,即,如图 14C 所示,仅指示异物 1420。根据这种配置,可以减少用户的判断负荷。

[0097] 这样,本实施例的配置使得能够进行成像检查。根据该配置,可抑制图像获取过程中的测量条件的经时变化的影响,因此可进一步改善检查装置的通用性。

[0098] 在根据本发明的本实施例中,如在上述的第一实施例中那样,根据需要使用图 6 所示的相关信息存储部分 112 和应答信号调整部分 113。

[0099] 例子

[0100] 例子 1

[0101] 本例子涉及抑制第一实施例所示的测量条件的经时变化的太赫兹波检查装置。

[0102] 待测对象 111 是全反射太赫兹波的反射镜。测量条件获取部分 108 监视检查过程中的温度和湿度。应答信号存储部分 109 存储预定环境(温度和湿度)下的水蒸汽的频谱的信息。

[0103] 图 2 是本太赫兹波检查装置的操作流程图。如图 2 所示,当开始检查时,波形成形部分 105 形成太赫兹波的时间波形(S201,第一应答信号)。在图 3A 中示出此时的时间波形。如图 3A 所示,在太赫兹波的时间波形上迭加水蒸汽的振动成分。随后,测量条件获取部分 108 监视时间波形获取过程中的温度和湿度(S202,第一测量条件)。应答信号选择部分 110 获取最接近第一测量条件的测量条件(第二测量条件)下的应答信号(第二应答信号)(S203)。在图 3B 中示出此时的第二应答信号。应答信号调整部分 113 以使得满足第一测量条件的方式细微调整强度和峰值的位置(S204)。信号处理部分 106 基于第二应答信号对于第一应答信号进行解卷积(S205)。在图 3C 中示出此时的计算结果。如图 3C 所示,计算结果是抑制水蒸汽的影响的时间波形。输出部分 107 输出上述的解卷积的结果(S206)。在此,上述的结果是指这样一种时间波形,该时间波形是在波形成形部分 105 中获得、并且通过抑制测量环境的经时变化而校正后的时间波形。

[0104] 根据本例子,在待测对象 111 的检查中,可以在抑制空气中的水蒸汽的影响的同时进行检查。因此,以前必需的用于调整环境的单元变得不必要,并且可在自由空间中进行检查。由于用于调整环境的单元不必要,因此促进了装置的小型化和价格降低。进一步地,由于可在自由空间中进行检查,因此可改善本例子的装置的通用性。

[0105] 例子 2

[0106] 本例子涉及抑制第一实施例所示的待测对象 111 内部的物质的组分比率变化的太赫兹波检查装置。

[0107] 待测对象 111 是聚乙烯和脱氧胞苷盐酸盐 (deoxycytidinehydrochloride) (DCHCL) 的混合物的丸粒。测量条件获取部分 108 监视聚乙烯的量。从混合前的使用量获取聚乙烯的量。应答信号存储部分 109 存储预定质量下的聚乙烯的频谱的信息。

[0108] 图 4 是本太赫兹波检查装置的操作流程图。如图 4 所示, 当开始检查时, 波形形成部分 105 形成太赫兹波的时间波形 (S401, 第一应答信号)。在图 5A 中示出此时的时间波形。在图 5A 中, 聚乙烯的信息和 DCHCL 的信息被迭加。随后, 测量条件获取部分 108 监视用于制造丸粒的聚乙烯的使用量 (S402, 第一测量条件)。当该使用量变化时, 材料的组分比率变化。应答信号选择部分 110 获取最接近第一测量条件的测量条件 (第二测量条件) 下的应答信号 (第二应答信号) (S403)。在图 5B 中示出此时的第二应答信号。应答信号调整部分 113 以使得满足第一测量条件的方式细微调整图 5B 所示的强度和相位 (S404)。信号处理部分 106 基于第二应答信号对于第一应答信号进行解卷积 (S405)。在图 5C 中示出此时的计算结果。如图 5C 所示, 计算结果是抑制聚乙烯的影响的时间波形, 并且, 脉冲的出现位置和强度变化。输出部分 107 输出上述的解卷积的结果 (S406)。在此, 上述的结果是指这样一种时间波形, 该时间波形是在波形形成部分 105 中获得、并且通过抑制聚乙烯的影响而校正后的时间波形。

[0109] 根据本例子, 在待测对象 111 的检查中, 抑制特定物质的影响。因此, 可只进行希望的材料检查, 因此可改善装置的通用性。

[0110] 例子 3

[0111] 本例子涉及抑制第三实施例所示的待测对象 111 的经时的结构变化并检查待测对象 111 内部的异物的太赫兹波检查装置。

[0112] 待测对象 111 是折射率周期性变化的光子晶体。测量条件获取部分 108 监视制造过程的处理条件。应答信号存储部分 109 存储预定处理条件下的光子晶体的频谱的信息。

[0113] 图 7 是本太赫兹波检查装置的操作流程图。如图 7 所示, 当开始检查时, 波形形成部分 105 形成太赫兹波的时间波形 (S701, 第一应答信号)。

[0114] 在图 8A 中示出此时的时间波形。在图 8A 中, 上方情况 (a-1) 的时间波形是来自不存在缺陷的光子晶体的信号, 并且, 下方情况 (a-2) 的时间波形是来自存在缺陷的光子晶体 (周期性结构的一部分变形) 的信号。如图 8A 所示, 在这些波形中, 存在从光子带隙得到的振动分量。随后, 测量条件获取部分 108 监视光子晶体制造过程中的处理条件 (S702, 第一测量条件)。应答信号选择部分 110 获取最接近第一测量条件的测量条件 (第二测量条件) 下的应答信号 (第二应答信号) (S703)。在此时获取的第二应答信号是与从处理条件预测的结构有关的信息。在图 8B 中示出此时的第二应答信号。应答信号调整部分 113 以使得满足第一测量条件的方式细微调整带端的位置和强度 (S704)。信号处理部分 106 基于第二应答信号对于第一应答信号进行解卷积 (S705)。在图 8C 中示出此时的计算结果。如图 8C 所示, 在光子晶体的结构中不存在缺陷的情况下, 输出德耳塔函数形状的信号 (图 8C(c-1)), 并且, 在结构中存在缺陷的情况下, 输出连续的信号 (图 8C(c-2))。

[0115] 然后, 关于这些信号, 计算平均强度信号。在不存在缺陷的情况下, 波形的平均强

度为 0.0005,并且,在存在缺陷的情况下,平均强度为 0.6。比较信息存储部分 615 设置用作预定基准的强度信号。在本例子中,该基准被设为 0.1。比较部分 614 在用作基准的强度值和图 8C 所示的波形的平均强度之间进行比较 (S706)。当与用作基准的强度值相比基于计算结果的平均强度较小时,判断不存在异物 (S707(a))。另一方面,当与用作基准的强度值相比基于计算结果的平均强度较大时,判断存在异物 (S707(b))。

[0116] 根据本例子,不存在异物的情况下的信号与存在异物的情况下的信号的比是三个数量级或更大。因此,可很容易地改善异物检测灵敏度。

[0117] 例子 4

[0118] 本例子涉及抑制第四实施例所示的测量环境的经时变化的太赫兹波检查装置。特别地,本例子涉及成像检查装置。

[0119] 待测对象 111 是具有 $90\mu\text{m}$ 的厚度的纸。测量条件获取部分 108 监视检查过程中的温度和湿度。应答信号存储部分 109 存储在预定环境(温度和湿度)下的来自全反射太赫兹波的反射镜的应答信号。

[0120] 图 10 是本太赫兹波检查装置的操作流程图。如图 10 所示,当开始检查时,台架 916 将待测对象 111 移动到检查开始点 (S1001)。波形成形部分 105 形成移动之后的位置上的太赫兹波的时间波形 (S1002,第一应答信号)。在图 11A 中示出此时的时间波形。如图 11A 所示,在太赫兹波的时间波形上迭加纸的界面上的反射和水蒸汽的振动成分。随后,测量条件获取部分 108 监视时间波形获取过程中的温度和湿度 (S1003,第一测量条件)。应答信号选择部分 110 获取最接近第一测量条件的测量条件(第二测量条件)下的应答信号(第二应答信号) (S1004)。在图 11B 中示出此时的第二应答信号。应答信号调整部分 113 以使得满足第一测量条件的方式将图 11B 所示的时间波形进行傅立叶变换并细微调整频率轴上的强度和峰值 (S1005)。信号处理部分 106 基于第二应答信号对于第一应答信号进行解卷积 (S1006)。在图 11C 中示出此时的计算结果。如图 11C 所示,计算结果是抑制水蒸汽的影响并且仅反映来自纸的反射界面的响应的的时间波形。然后,台架 916 将待测对象 111 移动到下一检查位置。

[0121] 在形成图像的区域上进行这一系列的操作。当完成所有的检查时,输出部分 107 基于检查结果产生图像并将其提供给用户 (S1007)。图 12 示出由输出部分 107 提供给用户的图像的产生的例子。图 12 是沿纸厚度方向的断层图像,并且,纸界面可被识别。并且,通过将图 11C 所示的脉冲宽度转换成距离,确认厚度分辨率超过约 $30\mu\text{m}$ 。

[0122] 根据本例子,在待测对象 111 的检查中,可在抑制空气中的水蒸汽的影响的同时进行成像检查。因此,以前必需的用于调整环境的单元变得不必要,并且可在自由空间中进行检查。由于用于调整环境的单元不必要,因此装置的小型化和价格降低变得容易。进一步地,由于可在自由空间中进行检查,因此可改善本例子的装置的通用性。并且,如图 11C 所示,通过使用太赫兹波的全反射波形作为第二应答信号,与图 11A 所示的状态相比,可以改善太赫兹波的时间分辨率。

[0123] 例子 5

[0124] 本例子涉及抑制第四实施例所示的测量环境的经时变化的太赫兹波检查装置。特别地,本例子涉及成像检查装置。更具体地,例子 4 是测量作为待测对象 111 的纸的例子,而这里示出测量 Teflon 片材的例子。因此,将不提供与例子 4 中的部分相同的部分的说明。

[0125] 待测对象 111 是具有 $25\text{ }\mu\text{m}$ 的厚度的 Teflon 片材。测量条件获取部分 108 监视检查过程中的温度和湿度。应答信号存储部分 109 存储在预定环境（温度和湿度）下的来自全反射太赫兹波的反射镜的应答信号。从开始测量到向用户提供测量结果的步骤与例子 4 所示的步骤相同，因此将不提供它们的说明。

[0126] 图 16 是沿 Teflon 片材厚度方向的断层图像，并且 Teflon 界面可被识别。当考虑 Teflon 的折射率而将图 16 所示的时间信息转换成距离时，界面之间的距离为约 $25\text{ }\mu\text{m}$ 。在图 17 中，对于具有不同厚度的 Teflon 片材画出基于测量结果的界面之间的距离。在图 17 中，横轴表示 Teflon 片材的实际测量的膜厚，纵轴表示从上述的测量获取的膜厚。图 17 所描述的直线是理想线。例如，在实际测量的膜厚和从上述的测量确定的膜厚相等的情况下，在该理想线上画出测量结果。根据图 17，在测量具有 $5\text{ }\mu\text{m} \sim 30\text{ }\mu\text{m}$ 的厚度的 Teflon 片材的情况下，基本上在理想线上画出测量结果，因此确认膜厚被精确地测量。因此，确认根据本发明的检查装置具有达至少约 $5\text{ }\mu\text{m}$ 的厚度分辨率。

[0127] 根据本例子，在待测对象 111 的检查中，可以在抑制空气中的水蒸汽的影响的同时进行成像检查。因此，以前必需的用于调整环境的单元变得不必要，并且可在自由空间中进行检查。由于用于调整环境的单元不必要，因此装置的小型化和价格降低变得容易。进一步地，由于可在自由空间中进行检查，因此可改善本例子的装置的通用性。

[0128] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明，但应理解，本发明不限于公开的示例性实施例。以下的权利要求的范围应被赋予最宽的解释以包含所有的这些变更方式以及等同的结构和功能。

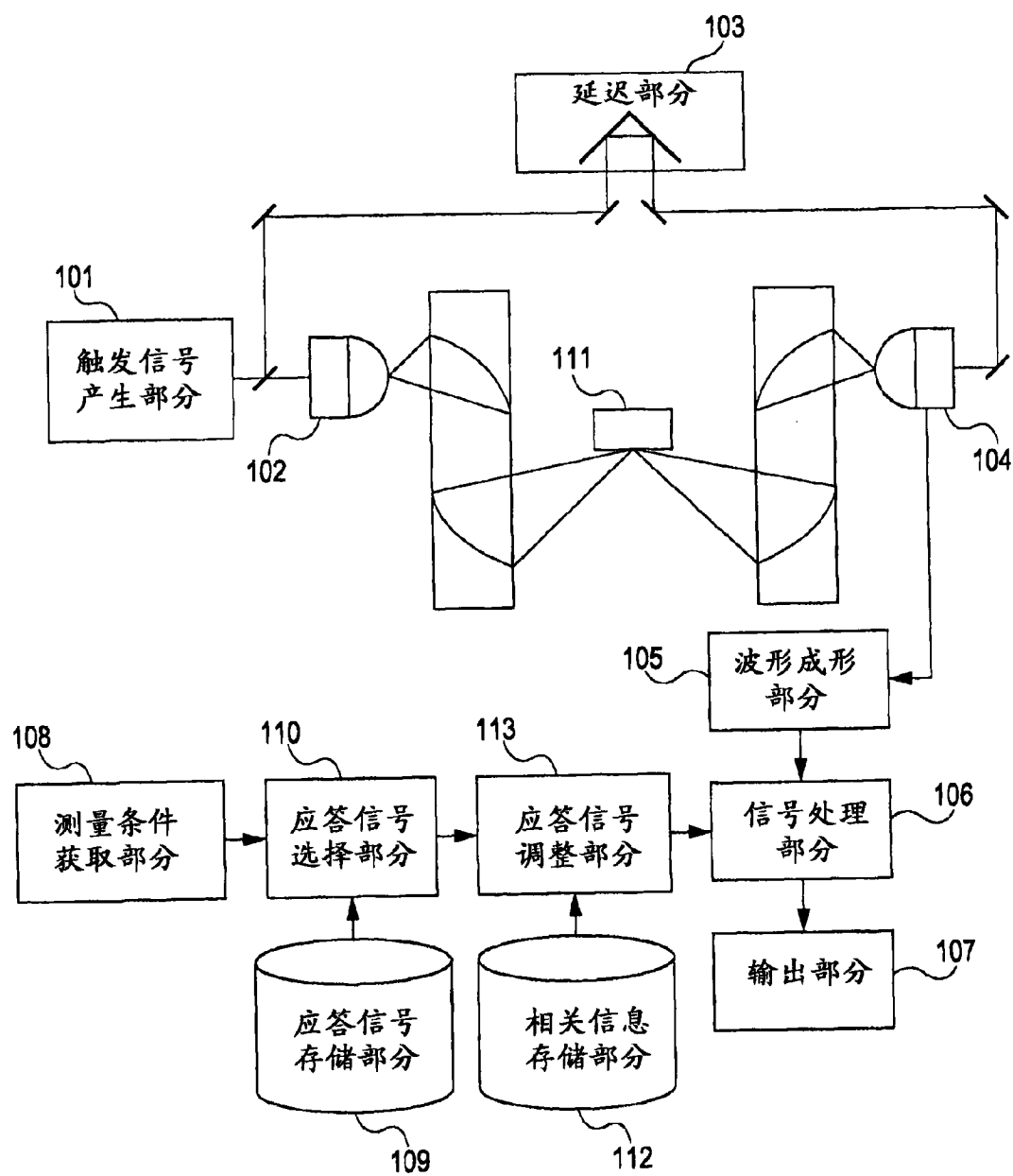


图 1

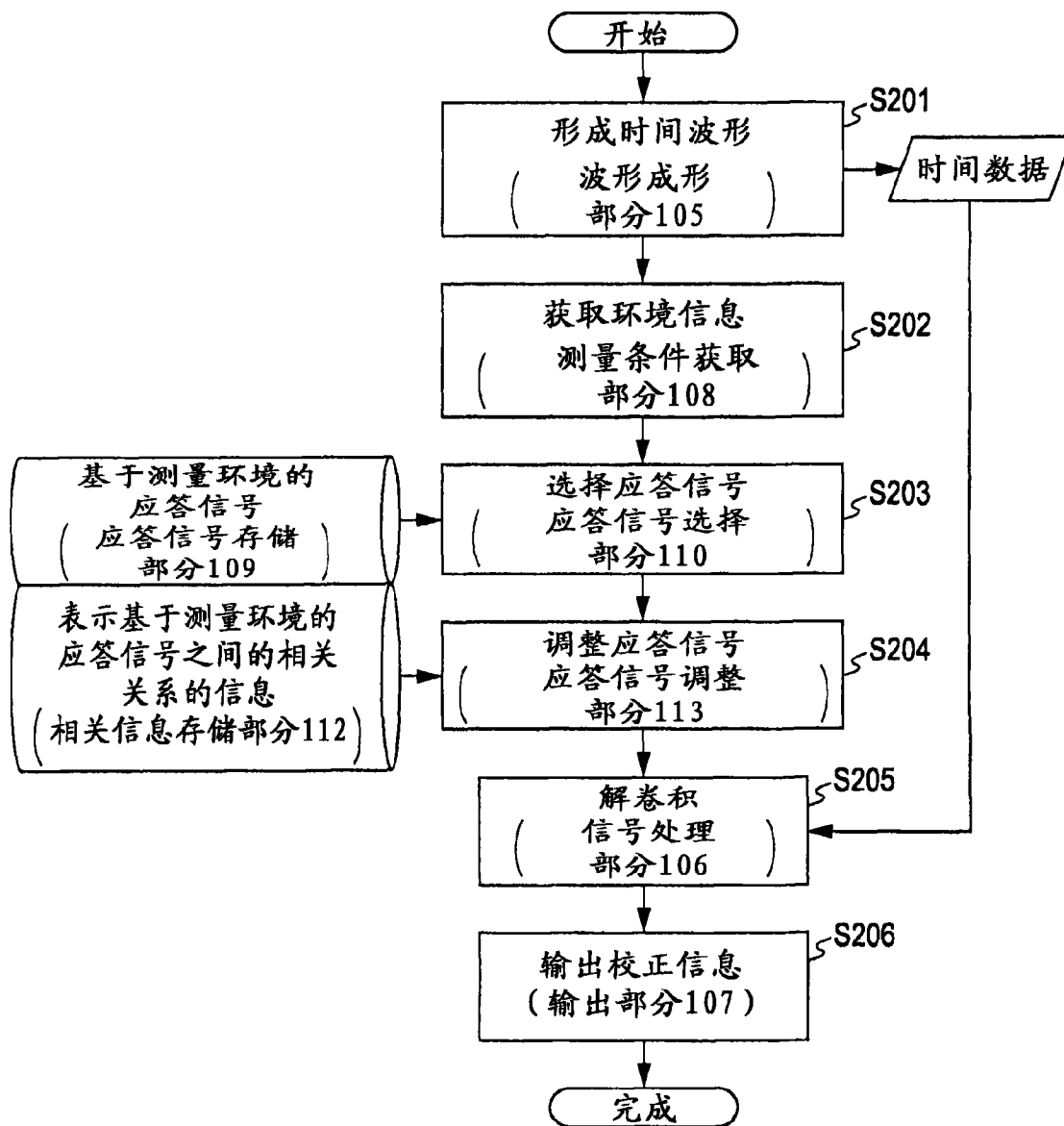


图 2

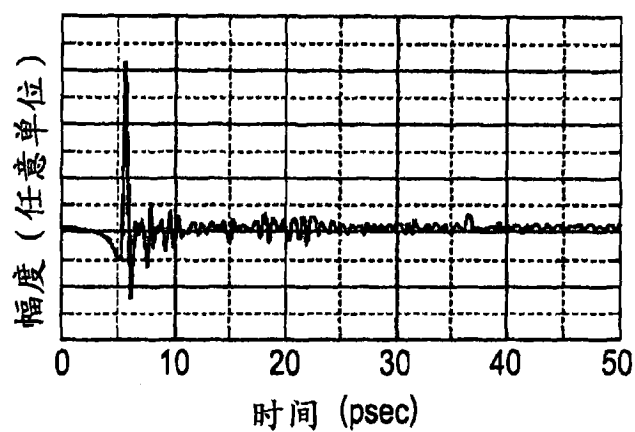


图 3A

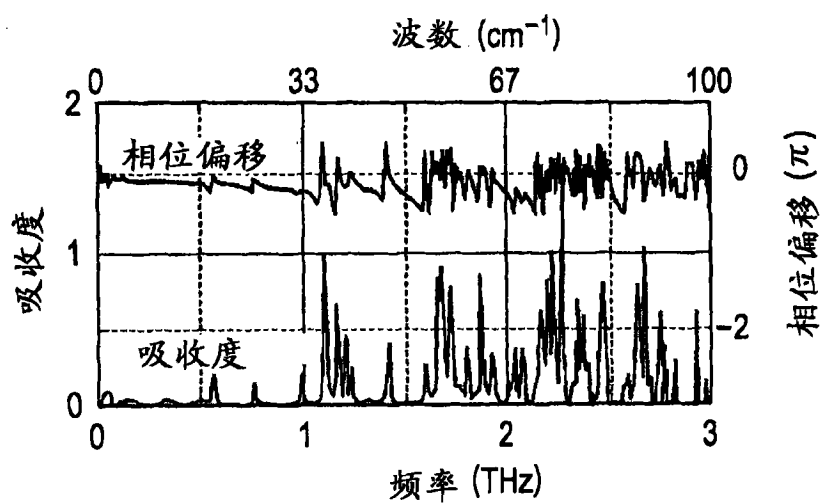


图 3B

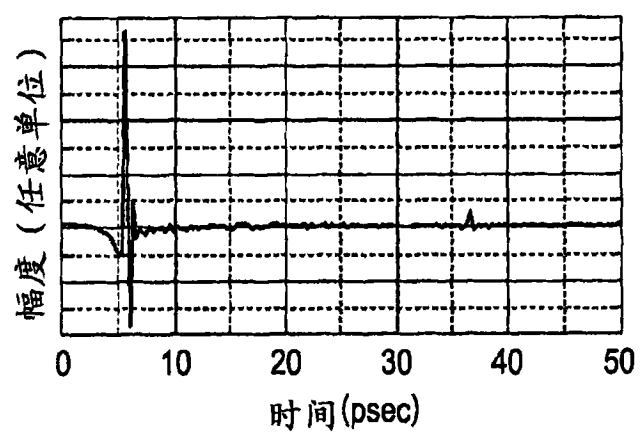


图 3C

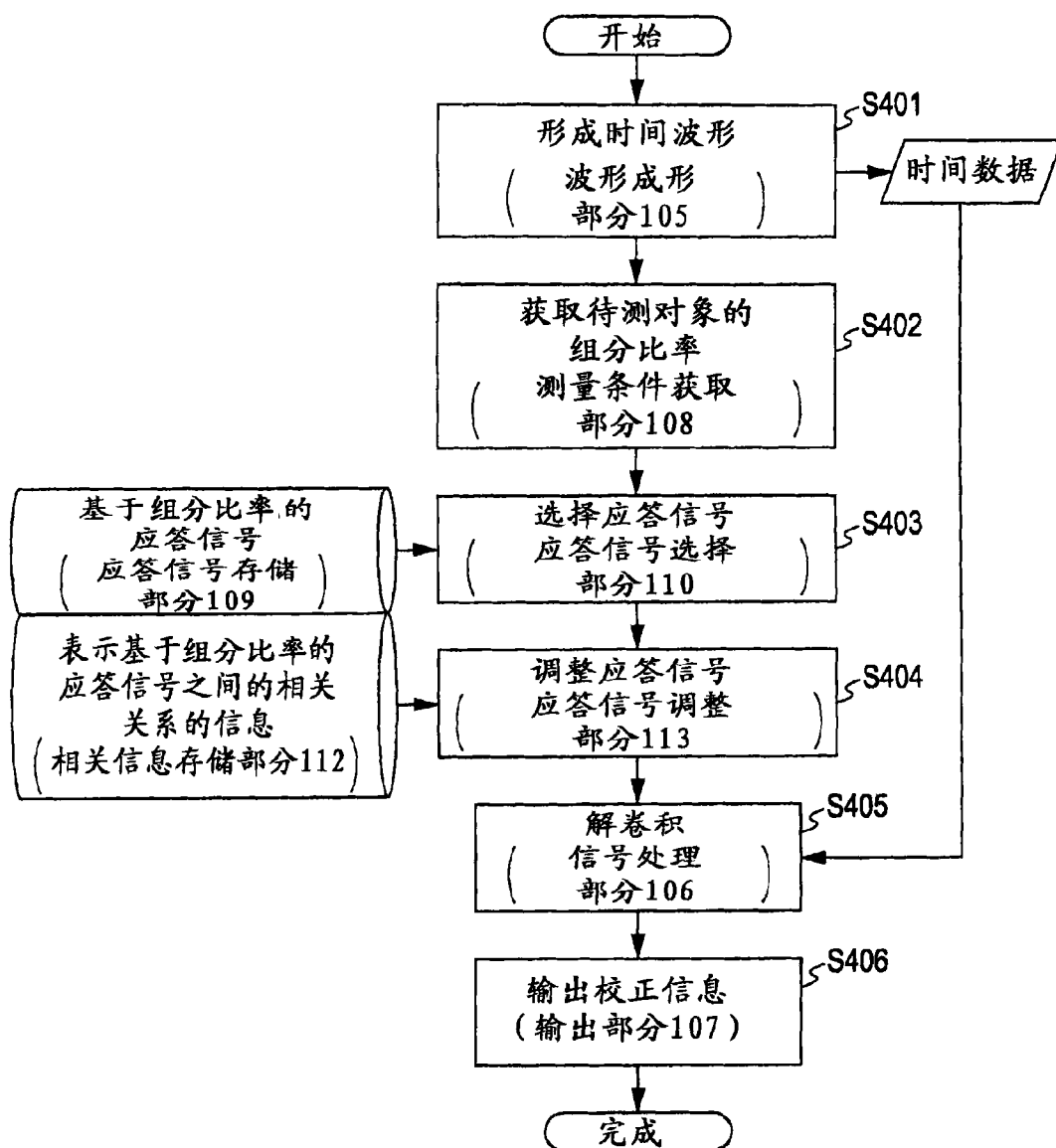


图 4

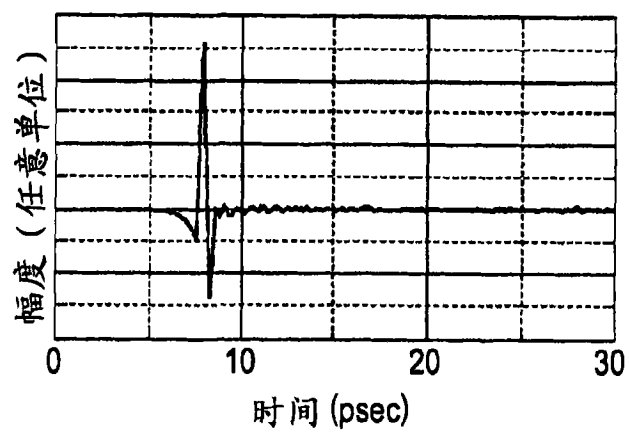


图 5A

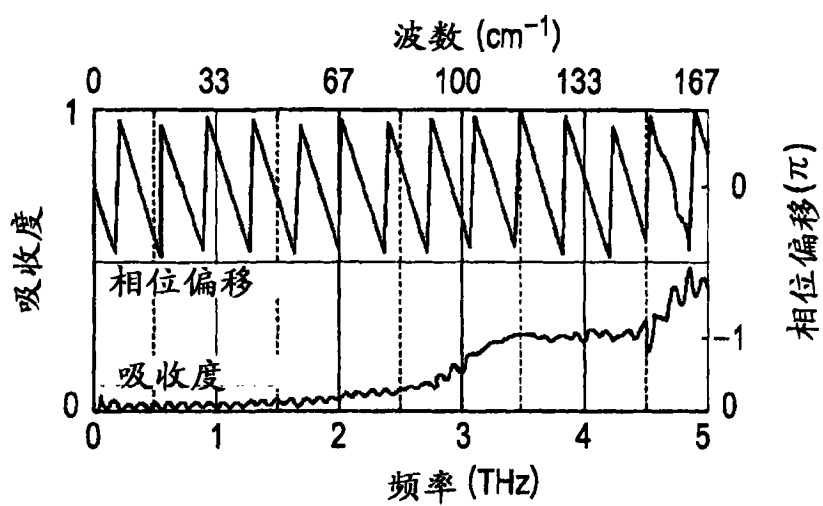


图 5B

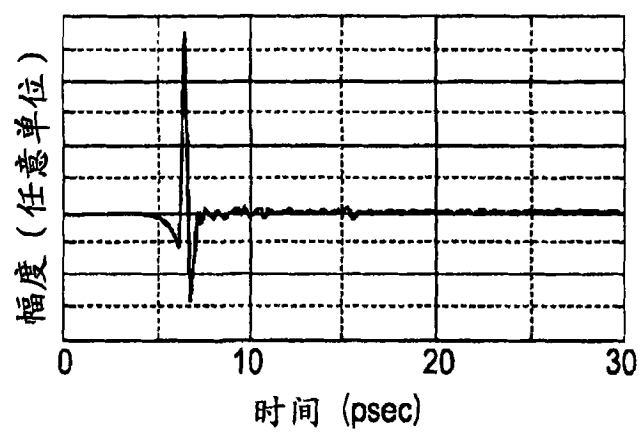


图 5C

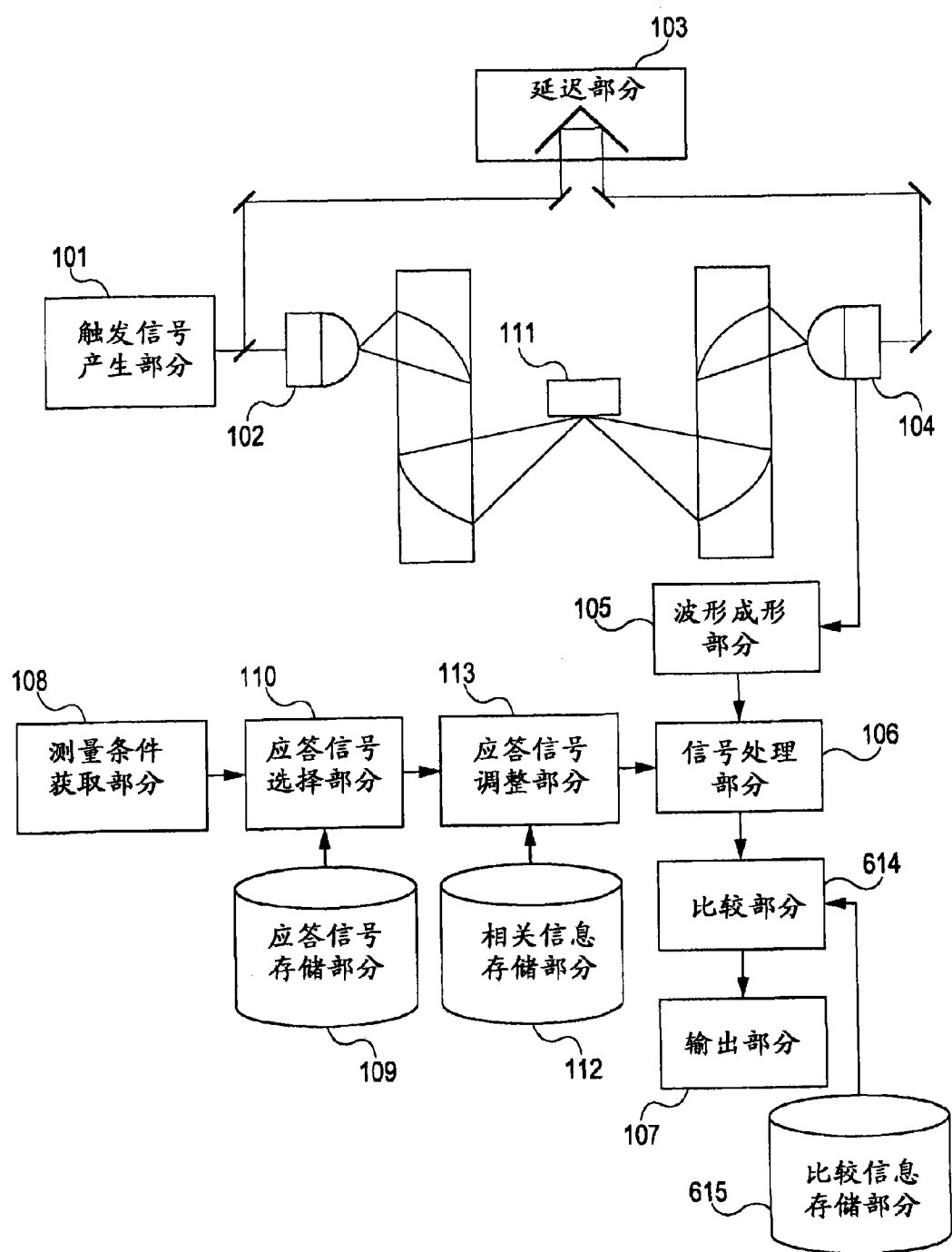


图 6

图 7

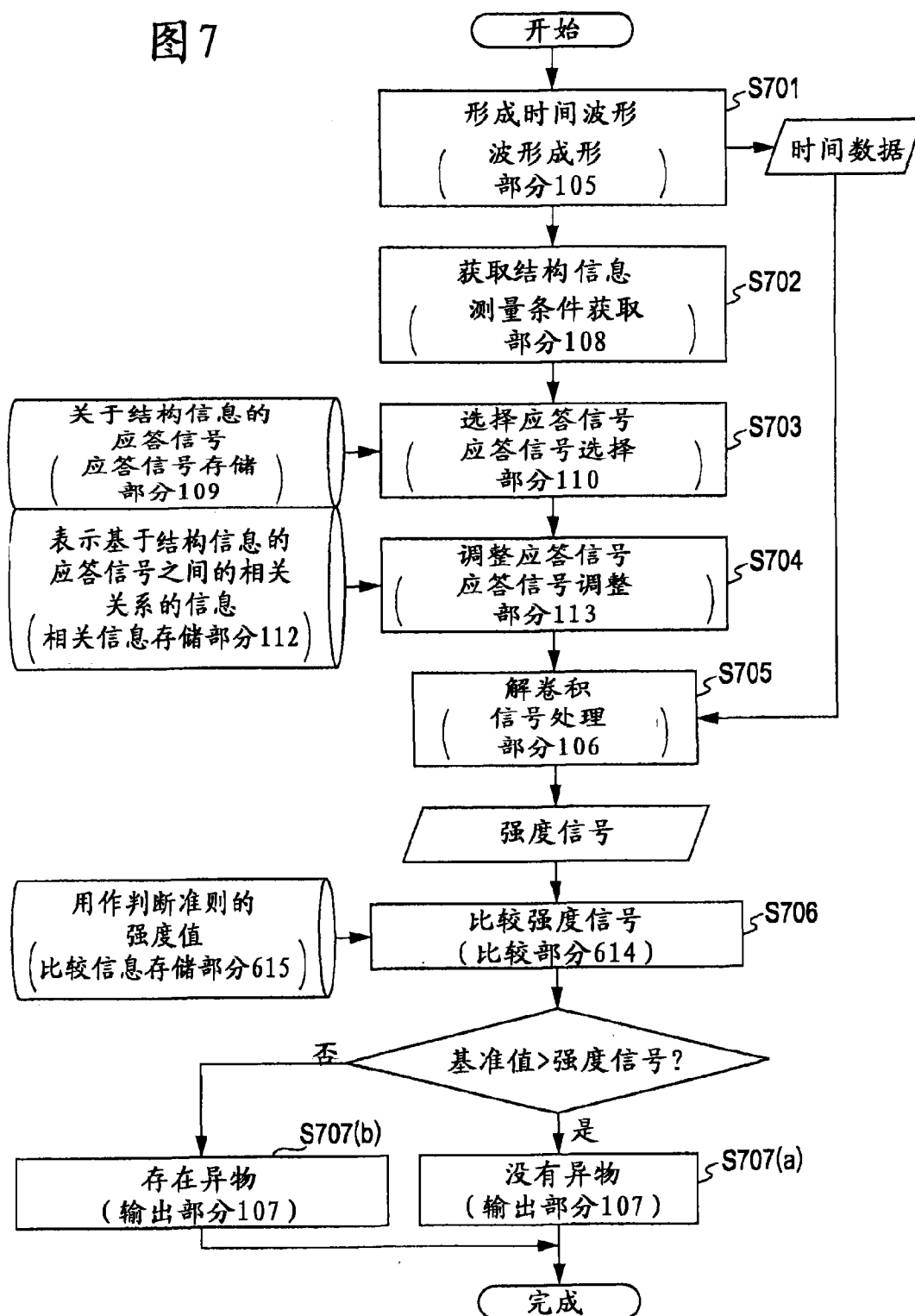


图 7

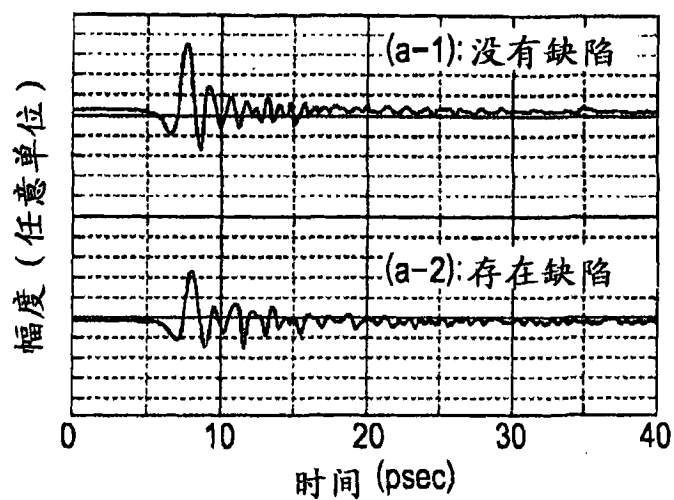


图 8A

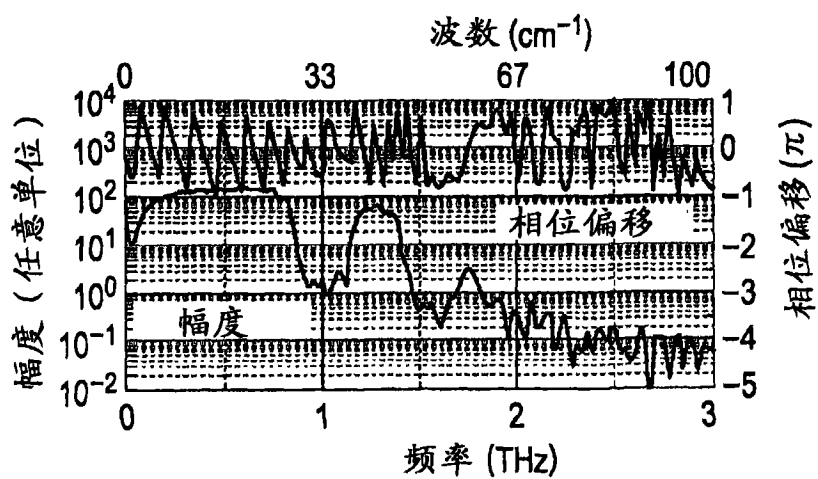


图 8B

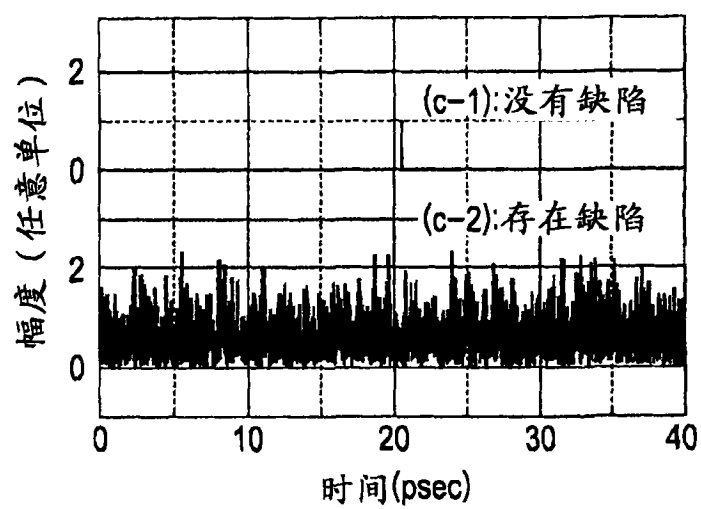


图 8C

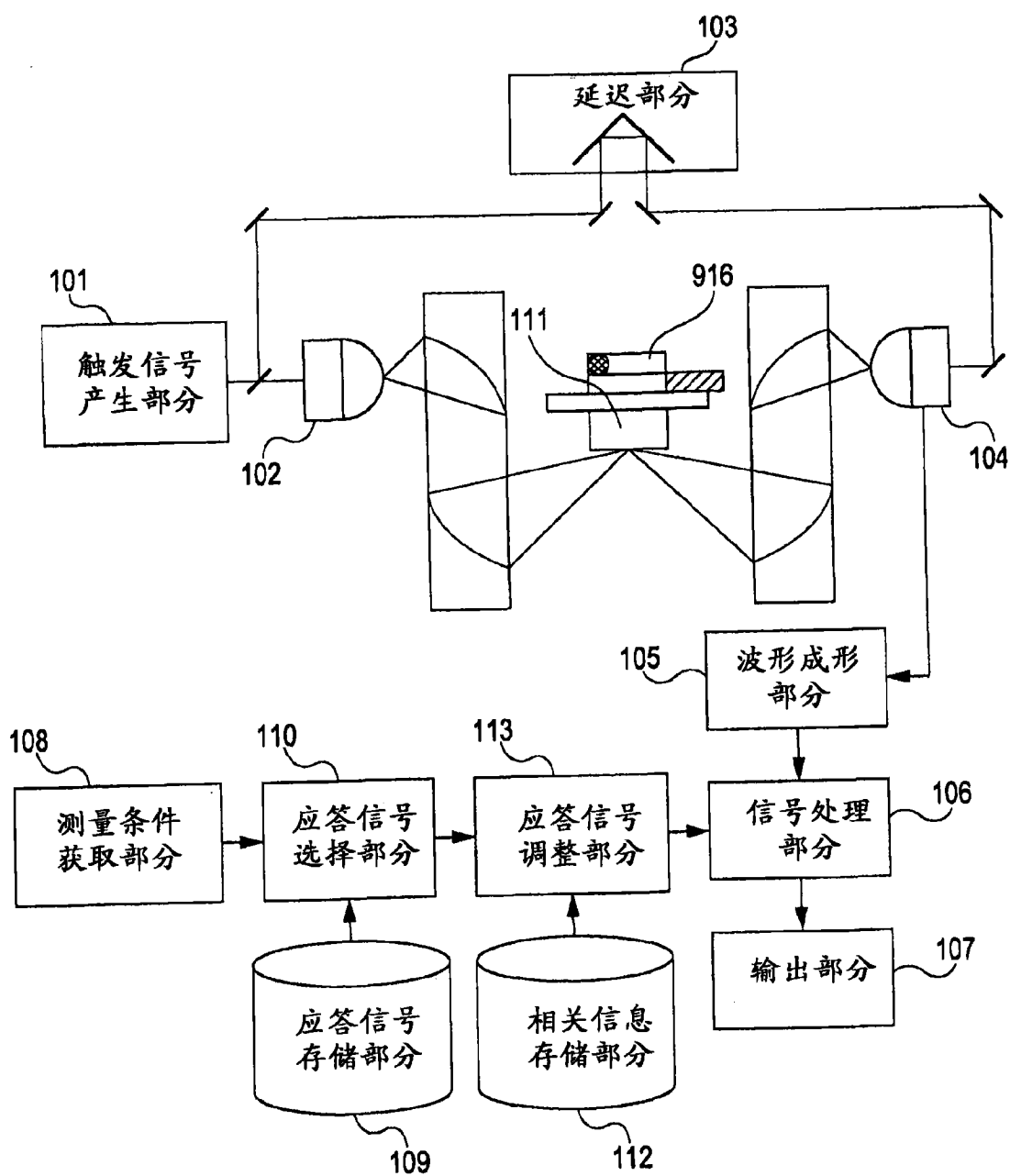


图 9

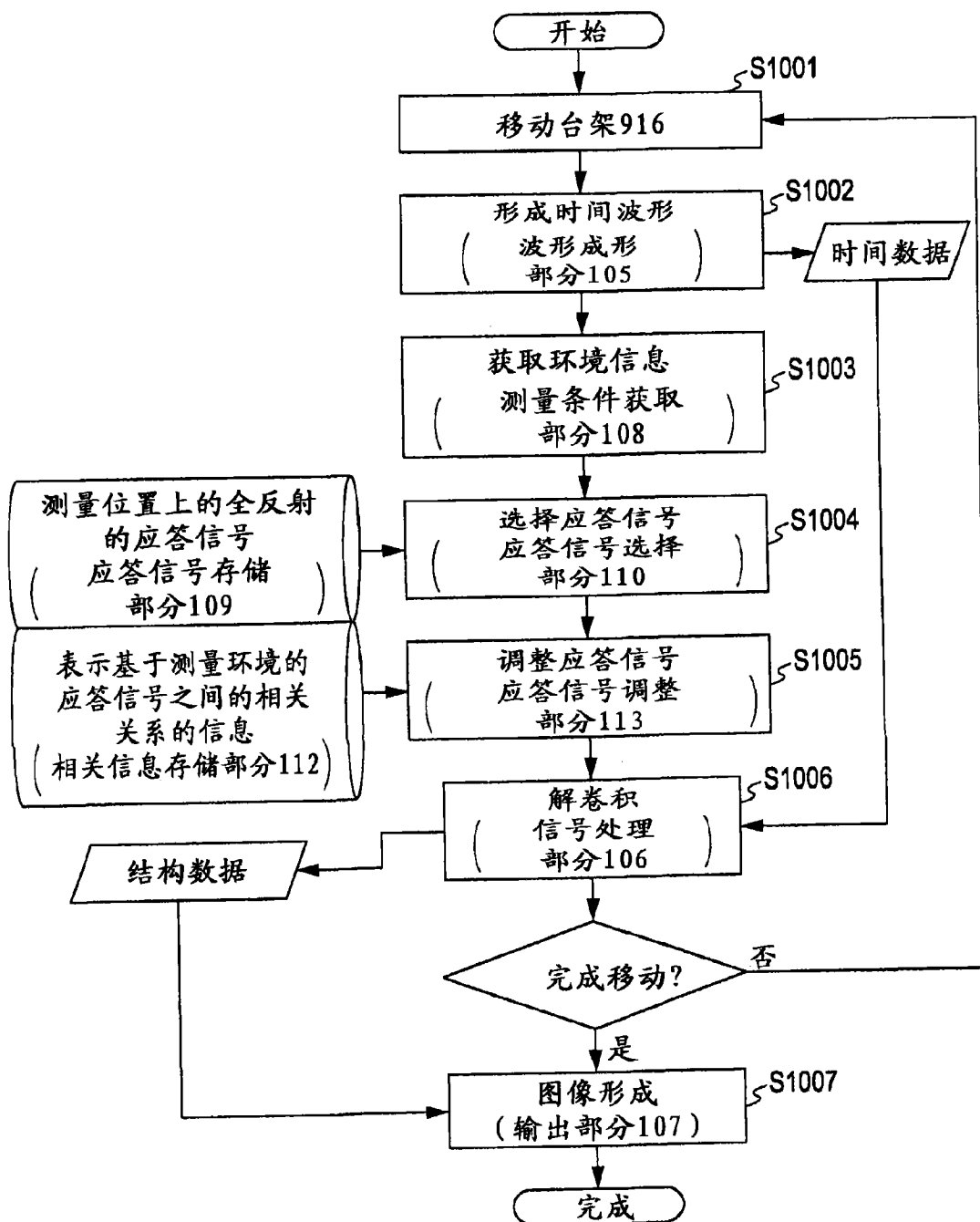


图 10

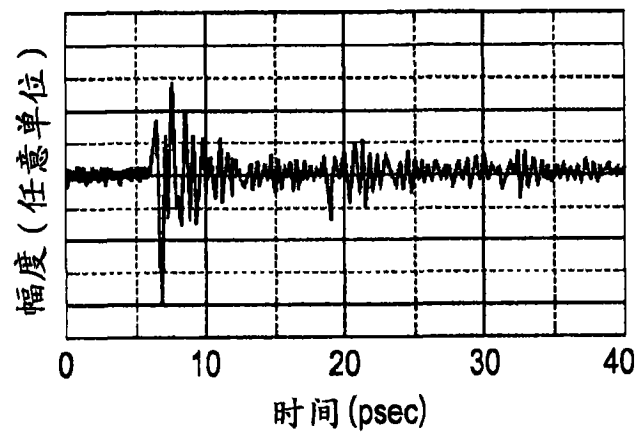


图 11A

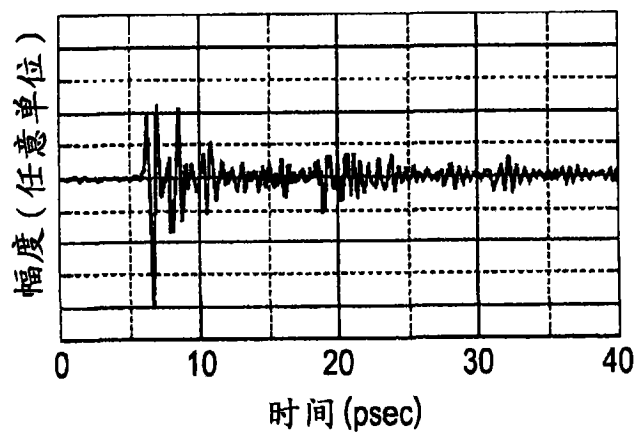


图 11B

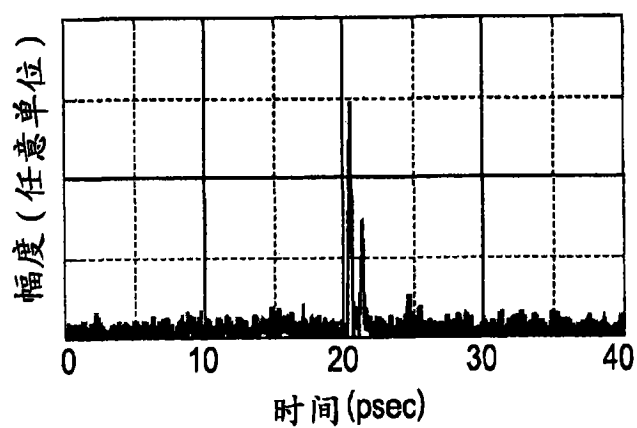


图 11C

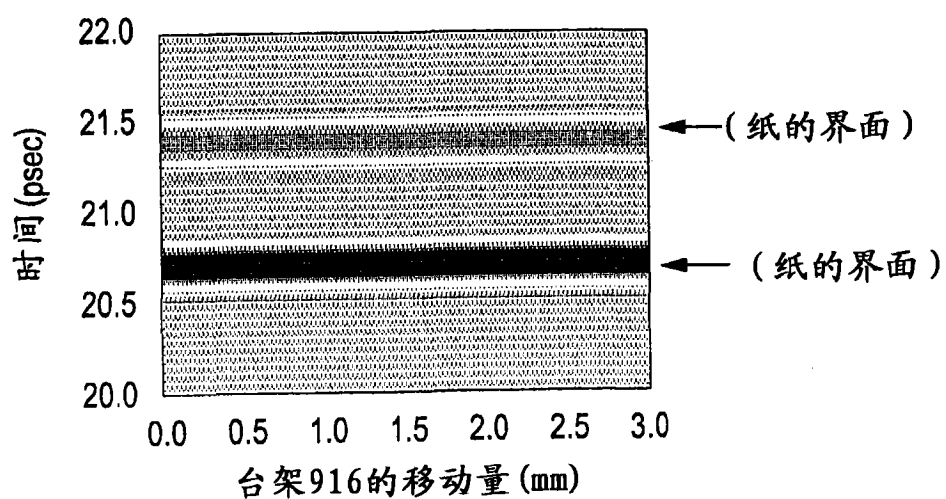


图 12

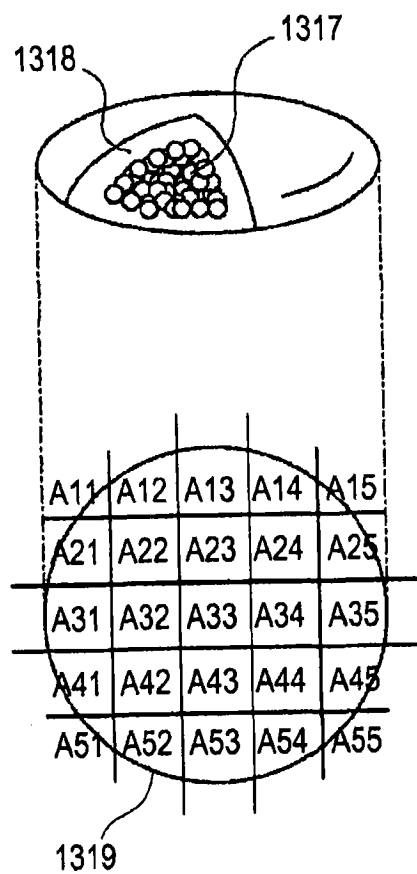


图 13

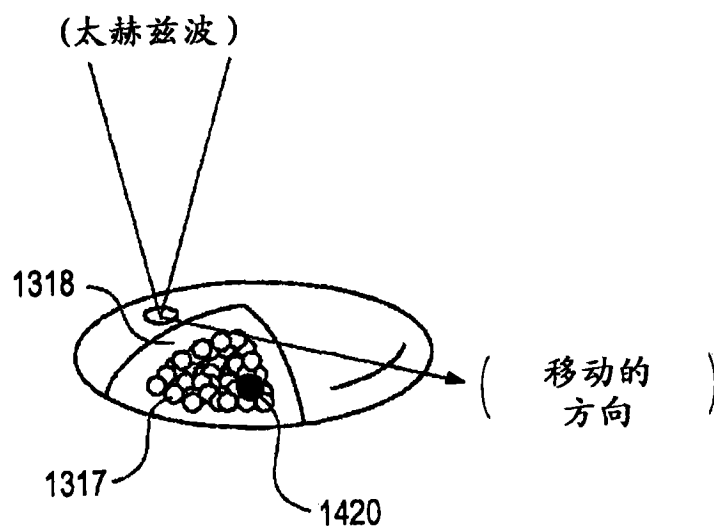


图 14A

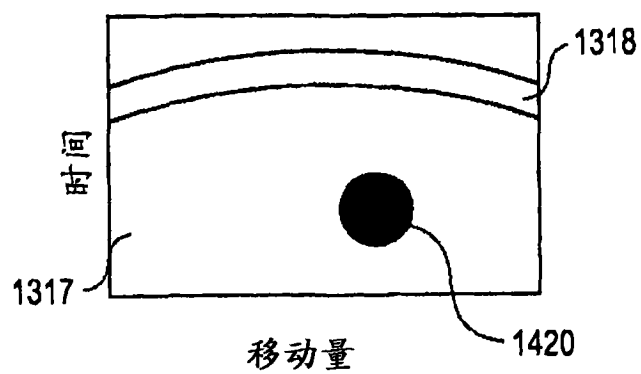


图 14B

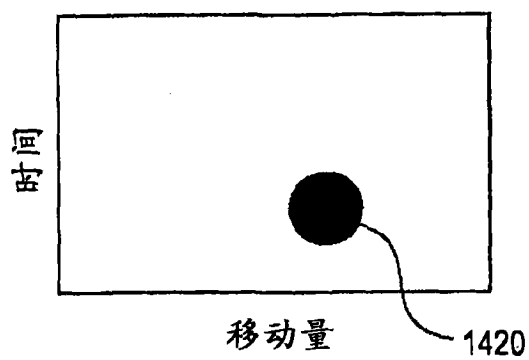


图 14C

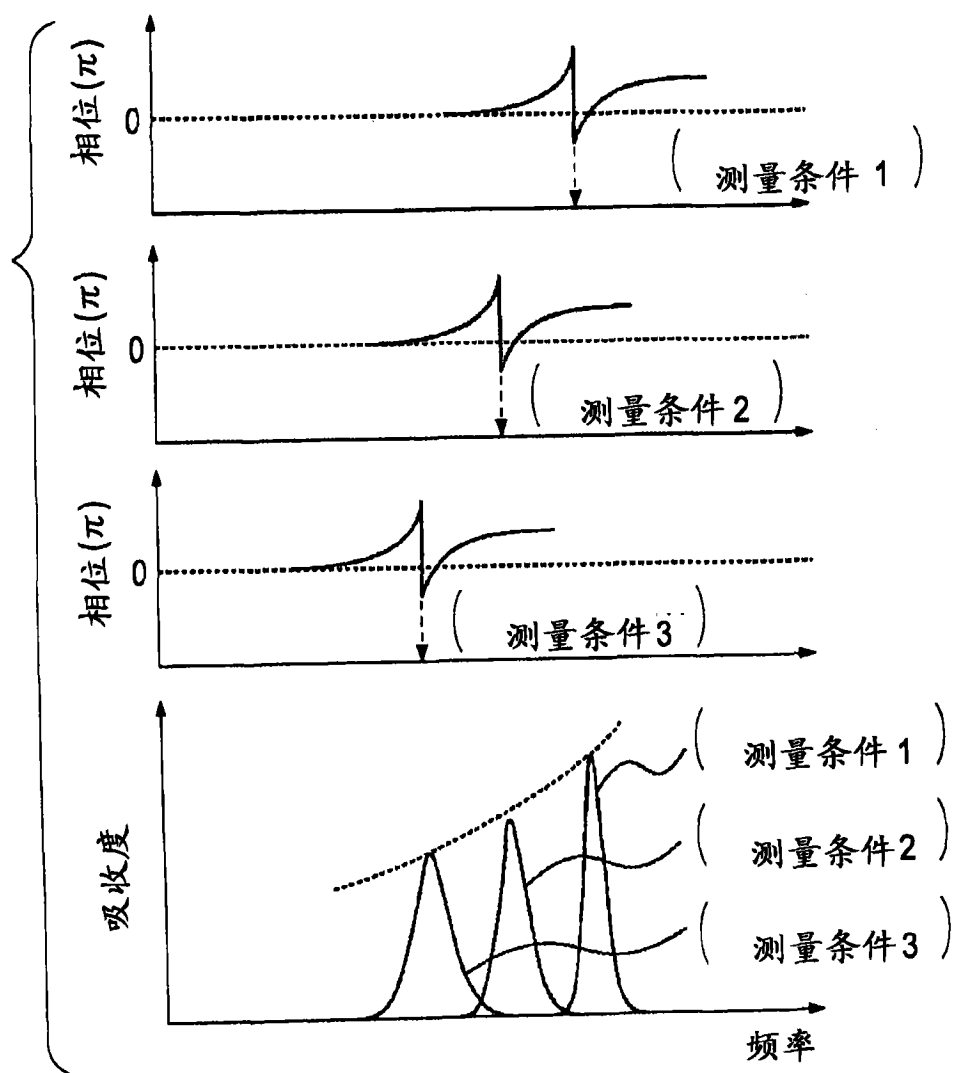


图 15A

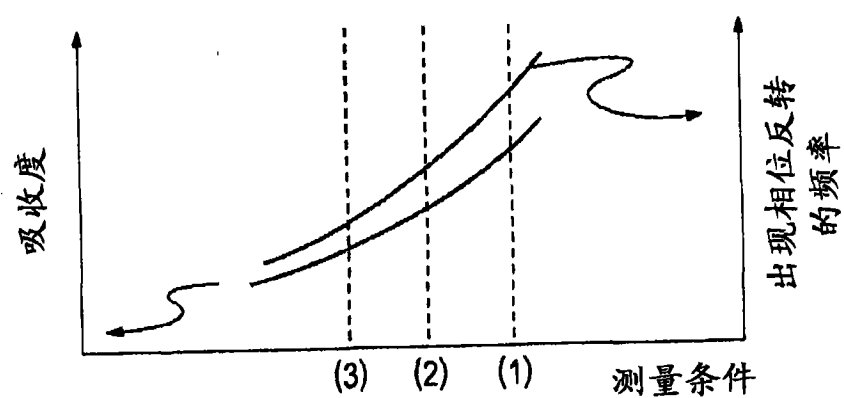


图 15B

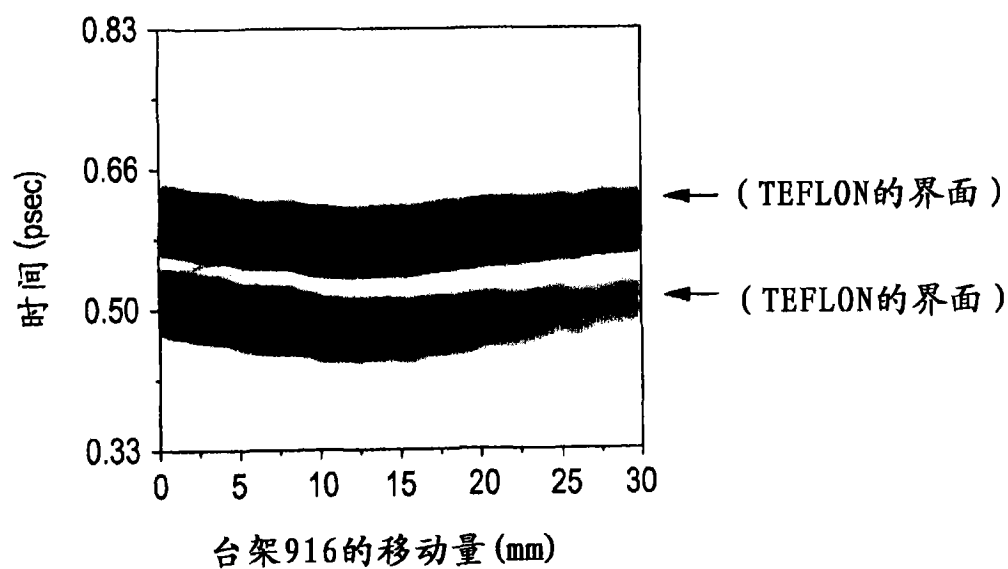


图 16

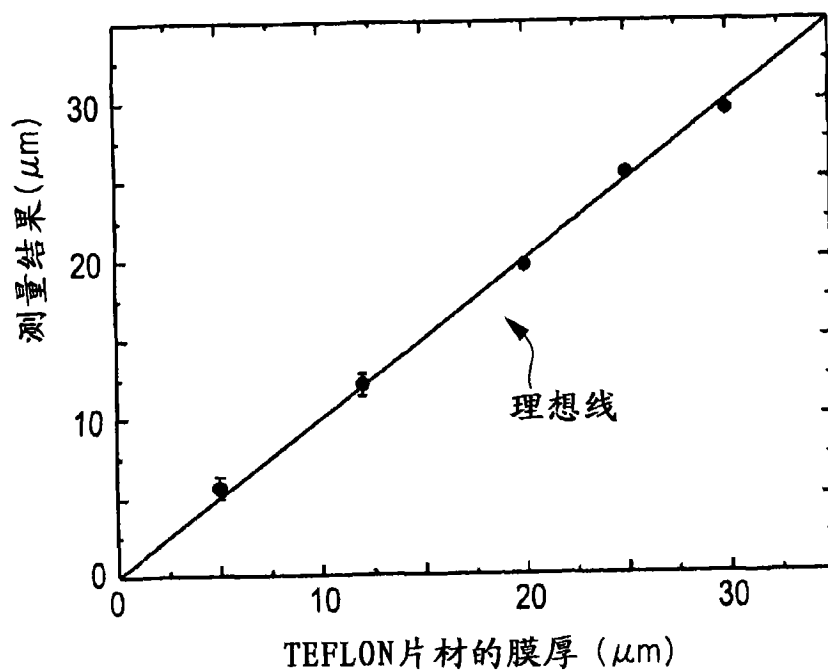


图 17