



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104160299 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 19

(21) 申请号 201380013082. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 02. 28

G01V 1/50 (2006. 01)

(30) 优先权数据

13/416, 154 2012. 03. 09 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 09. 09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/028172 2013. 02. 28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/134032 EN 2013. 09. 12

(71) 申请人 雪佛龙美国公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 G·J·鲍尔

(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 李玲

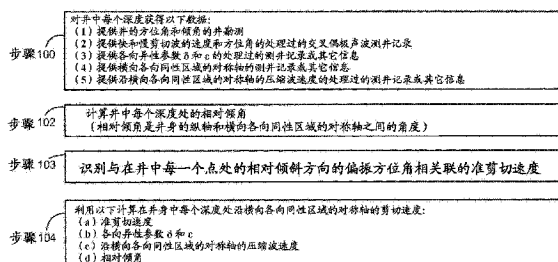
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

对弹性各向异性的剪切测井的校正

(57) 摘要

描述了用于确定被井身 (34) 横穿的地球地层的横向各向同性 (TI) 区域 (38) 的剪切波速度的方法, 在井身的纵轴 (34a) 和 TI 区域的对称轴 (40) 之间具有非零的相对倾角。声波工具 (10、20) 用来测量具有与井身的纵轴正交的偏振的 TI 区域中的剪切速度。其中一个剪切速度被识别为准剪切速度。作为准剪切速度的函数, 计算在沿 TI 区域的对称轴 (40) 的方向传播的剪切波速度。当声波工具的朝向未知并且测出的剪切速度包括快剪切速度和慢剪切速度时, 该方法包括把快或慢剪切速度识别为准剪切模式。



1. 一种用于确定被井身横穿的地球地层的横向各向同性区域的剪切波速度的方法,在井身的纵轴和横向各向同性区域的对称轴之间具有非零的相对倾角,所述方法包括:

对于井身中的至少一个深度,利用其朝向已知的声波工具,测量具有与井身的纵轴正交的偏振的横向各向同性区域中的声波剪切速度和准剪切速度;以及

基于测出的声波剪切速度和准剪切速度,确定沿横向各向同性区域的对称轴方向传播的剪切波速度。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述确定包括:

识别两个测出的速度当中哪个是准剪切模式;以及

作为准剪切速度的函数来计算剪切波速度。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其中速度是由位于井身中的声波工具测量的,并且所述识别包括选择具有与横向各向同性区域相对于斜井身的倾斜方向对准的偏振方位角的测出的剪切波。

4. 如权利要求 3 所述的方法,其中剪切波速度是作为准剪切速度、地层的各向异性参数 δ 和 ϵ 、沿对称轴的压缩波速度以及对至少一个深度的相对倾角的函数来计算的。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其中井身是斜的,而横向各向同性区域是水平的。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其中井身是垂直的,而横向各向同性区域是倾斜的。

7. 如权利要求 1 所述的方法,其中井身是斜的,而横向各向同性区域是倾斜的。

8. 一种用于确定被井身横穿的地球地层的横向各向同性区域的剪切波速度的方法,在井身的纵轴和横向各向同性区域的对称轴之间具有非零的相对倾角,所述方法包括:

利用其朝向未知的声波工具,对井身中的至少一个深度,测量具有与井身的纵轴正交的偏振的横向各向同性区域中的快剪切速度和慢剪切速度;

把所述快剪切速度或慢剪切速度识别为准剪切模式;以及

基于识别出的准剪切速度,确定沿横向各向同性区域的对称轴方向传播的剪切波速度。

9. 如权利要求 8 所述的方法,其中所述确定包括:

识别两个测出的速度当中哪个是准剪切模式;以及

作为准剪切速度的函数来计算剪切波速度。

10. 如权利要求 1 所述的方法,其中井身是斜的,而横向各向同性区域是水平的。

11. 如权利要求 1 所述的方法,其中井身是垂直的,而横向各向同性区域是倾斜的。

12. 如权利要求 1 所述的方法,其中井身是斜的,而横向各向同性区域是倾斜的。

13. 一种用于确定被井身横穿的地球地层的横向各向同性区域的剪切波速度的方法,在井身的纵轴和横向各向同性区域的对称轴之间具有非零的相对倾角,所述方法包括:

对井身中的至少一个深度,利用声波工具测量具有与井身的纵轴正交的偏振的横向各向同性区域中的多个剪切速度;

把所述多个剪切速度中的一个识别为准剪切速度;以及

作为识别出的准剪切速度的函数,确定沿横向各向同性区域的对称轴方向传播的剪切波速度。

14. 如权利要求 13 所述的方法,其中声波工具的朝向是未知的并且测出的所述多个剪切速度包括快剪切速度和慢剪切速度,所述方法包括把所述快剪切速度或慢剪切速度识别

为准剪切模式。

15. 如权利要求 13 所述的方法,其中声波工具的朝向是已知的并且测出的所述多个剪切速度包括声波剪切速度和准剪切速度,所述方法包括把准剪切速度识别为与横向各向同性区域的相对倾斜方向对准的测出的偏振方位角相关联的测出的剪切速度。

对弹性各向异性的剪切测井的校正

技术领域

[0001] 本发明涉及地球地层的声波调查,更具体而言涉及用于校正剪切测井以解决弹性各向异性的方法。

背景技术

[0002] 声学测井 (acoustic logging) 常常用来识别包围井身 (wellbore) 的地层的属性。如图 1 中示意性地说明的,声波工具 10 位于井身 16 中。声波工具 10 包括至少一个建立机械干扰的发送器或源 12,例如利用压电或磁致伸缩材料。机械干扰在钻孔流体和周围的地层中建立声波。发送器 12 可以是产生全方位压力变化的单极源,或者是产生定向变化的偶极子源。交叉偶极子工具使用正交定向的两组偶极子。源 12 包括沿井身 16 传播的几种类型的首波 (headwave),包括压缩和弯曲波及模式,诸如 Stoneley 模式。

[0003] 声波工具还包括测量在地层和钻孔流体中传播的波列的多个接收器 14。接收器可以例如由生成对应于工具 10 周围压力变化的电流的压电陶瓷制成。分析测出的干扰,以得出关于波列速度的信息,包括沿井身传播的压缩波及快和慢剪切波的速度。分析出的信息提供对井身 16 周围地层结构的洞察。

[0004] 关于声波测井工具的进一步信息可以在以下文献中找到:

[0005] Close, D., Cho, F., Horn, F. 和 Edmundson, H. (2009), “The Sound of Sonic: A Historical Perspective and Introduction to Acoustic Logging,” CSEG Recorder, 34-43 页, 5 月;以及

[0006] Pistre, V. 等人 (2005), “A Modular Wireline Sonic Tool for Measurements of 3D (Azimuthal, Radial, and Axial) Formation Acoustic Properties,” SPWLA 46th Annual Logging Symposium, 6 月 26-29 日, New Orleans, Louisiana。

[0007] 诸如页岩的沉积岩常常呈现出各向异性,这会对声学分析引入不确定性。期望确定精确的剪切波速度来恰当地计算反射系数和地震反射振幅。在横向各向同性 (TI) 介质中,知道沿介质对称轴的剪切速度是有用的。对于倾斜的 (dipping) 各向异性地层 (诸如页岩) 中的斜 (inclined) 井,电缆测井所记录的剪切波速度将不等于沿对称轴的剪切波速度;通常它们将更大。甚至对于页岩中的交叉-偶极子剪切测井 (cross-dipole-shear-log), 快和慢剪切波速度也都会大于沿对称轴的剪切波速度。测出的剪切波速度会比沿对称轴的剪切波速度大高达 10% 或者更多。剪切波速度中 10% 的误差会对计算出的反射系数有大的影响。

[0008] 一种方法是使用在交叉偶极子剪切声波测井中所记录的慢剪切波速度。对于如果不是全部也是大部分呈现固有各向异性的岩石,这种剪切速度大于沿对称轴的剪切速度,但这种选择会是剪切声波测井测出的两个剪切波速度的最佳选择。

[0009] 对于把各向异性考虑在内的备选和改进技术,存在持续的需求。

[0010] 本说明书中对任何现有技术的参考都不是并且不应当认为是承认或以任何形式暗示这种现有技术构成公知常识的一部分或者这种现有技术可以合理地预期为要被本

领域技术人员确定、理解或认为是相关的。

发明内容

[0011] 这里所描述的方法涉及利用之前确定的地层弹性各向异性的估计,从通过倾斜各向异性地层的斜井中的声波测井估计沿对称轴的剪切波速度的问题。

[0012] 广义地说,本发明涉及利用测出的准剪切速度而不是利用测出的剪切速度或者测出的剪切速度和准剪切速度的组合来计算沿对称轴的速度。

[0013] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于确定被井身横穿的地球地层的横向各向同性区域的剪切波速度的方法,在井身的纵轴和横向各向同性区域的对称轴之间有非零的相对倾角,所述方法包括:

[0014] 对于井身中的至少一个深度,利用声波工具测量具有与井身的纵轴正交的偏振的横向各向同性区域中的多个剪切速度;

[0015] 把多个剪切速度中的一个识别为准剪切速度;以及

[0016] 作为识别出的准剪切速度的函数,确定沿横向各向同性区域的对称轴方向传播的剪切波速度。

[0017] 如果声波工具的朝向是未知的并且测出的多个剪切速度包括快剪切速度和慢剪切速度,则所述方法可以包括把所述快剪切速度或慢剪切速度识别为准剪切模式。

[0018] 如果声波工具的朝向是已知的并且测出的多个剪切速度包括声波剪切速度和准剪切速度,则所述方法可以包括把准剪切速度识别为与相对倾斜方向对准的测出的偏振方位角所关联的测出的剪切速度。

[0019] 如在这里所使用的,除了在上文另外需要的地方之外,术语“包括”以及该术语的变体,诸如“包括”、“包含”,不是要排除更多的添加物、组成部分、整数或步骤。

[0020] 本发明的更多方面以及前面段落中所述各方面的更多实施例将从作为例子给出的以下描述并参考附图而变得显然。

附图说明

[0021] 图 1 是井身中声波测井工具的示意性说明。

[0022] 图 2 是具有定向工具的声波测井工具的示意性说明。

[0023] 图 3A 说明了横穿倾斜横向各向异性区域的斜井。

[0024] 图 3B 说明了沿图 3A 的斜井的剪切模式和准剪切模式的传播。

[0025] 图 4 说明了图 3A 井的相对倾角和相对倾斜方向。

[0026] 图 5 是预期的剪切速度和准剪切速度相对于相对倾角的图。

[0027] 图 6 是计算沿横向各向同性区域对称轴的剪切速度的方法的流程图,其中声波测井工具的朝向是已知的。

[0028] 图 7 是计算沿横向各向同性区域对称轴的剪切速度的方法的流程图,其中声波测井工具的朝向是未知的。

[0029] 图 8 是图 6 和 7 的方法可以在其上实现的计算机网络的示意性说明。

具体实施方式

[0030] 图 1 示意性地示出了用来获取由于井身 16 中造成的干扰所导致的剪切速度和压缩速度的声波测井工具 10。一种类型的发送器是允许弯曲波生成的交叉偶极子源,相对于声波测井工具 10,可以从交叉偶极子源测量偏振方位角以及快和慢剪切波的速度。另一种类型的发送器是可以从其测量压缩波速度的单极源。

[0031] 如图 2 中示意性地示出的,另一个测井工具 20 包括可以与声波测井工具 10 刚性组合的朝向工具 18,以提供声波测井工具的真正方位角。在没有外壳的洞中,这种朝向测井工具 18 可以使用磁力计和加速计来测量真正方位角。在有外壳的洞中,朝向测井工具 18 可以使用光学或机械陀螺仪来测量真正方位角。

[0032] 图 3A 是其中可以部署测井工具 10 或 20 的井身的示意性说明。所绘出的井身具有从表面 30 下降的垂直段 32 和声波测井工具 10、20 在其中工作的下段 34。在本描述中,“垂直”指与重力方向平行的方向,而“水平”是与垂直正交。

[0033] 在一般意义上,井身 34 的纵轴可以从垂直方向倾斜一个角度,在图 3A 中表示为 36。井身 34 经过横向各向同性区域 38,所述区域具有与横向各向同性区域的平面正交的对称轴 40。横向各向同性区域的对称轴 40 可以不是垂直的,如图 3A 中示意性地示出的。在这种情况下,可以预期由声波测井工具 10、20 在横向各向同性区域 38 中测出的剪切速度与沿横向各向同性区域的对称轴的剪切速度不同。即使在井身 34 的纵轴垂直但横向各向同性区域的对称轴 40 不垂直的特殊情况下,或者在井身 34 的纵轴从垂直方向倾斜一个角度但横向各向同性区域的对称轴 40 垂直的特殊情况下,可以预期由声波测井工具在横向各向同性区域中测出的剪切速度与沿横向各向同性区域的对称轴的剪切速度不同。

[0034] 图 3B 说明了位于井身 34 中深度 50 的剪切波的测量。线 34a 代表井身在横向各向异性区域 38 中的纵轴。位于深度 50 的接收器 14 测量两个正交偏振模式,地层剪切模式和准剪切模式。箭头 52 指示这两种模式沿轴 34a 的传播方向。这两种模式的偏振是彼此正交的,并且两个偏振方向都与传播方向 52 正交。箭头 54 说明了准剪切模式的偏振方向。剪切模式的偏振方向进入在其上绘制图 3B 的页面。

[0035] 这里所描述的方法涉及沿被井身横穿的横向各向同性区域的对称轴 40 的剪切波速度的计算。所述方法可以使用来自在井身中运行的声波测井工具、在同一井中和有可能附近井中运行的其它钻孔测井工具的信息以及实验室弹性各向异性的测量。

[0036] 考虑横向各向同性的弹性对称或者六角对称,因为它准确地 (closely) 描述了在地表下遇到的页岩的固有各向异性以及在地表下遇到的各向同性或各向异性薄岩石层堆叠的有效各向异性。弹性横向各向同性由五个独立的弹性常量来描述,如果包括介质密度的话,则这五个常量可以表示为沿对称轴的压缩波速度、沿对称轴的剪切波速度,以及三个各向异性参数 δ 、 ϵ 和 γ ,如在例如 Thomsen, L. (1986), “Weak elastic anisotropy,” *Geophysics*, Vol. 51, No. 10, 1954-1966 页中所定义的。

[0037] 获得各向异性参数

[0038] 对于健壮地估计横向各向同性岩石的各向异性参数的值,存在不同的方法。在一种方法中,如果有几个井穿过同一个横向各向同性岩石,在井的倾斜和对称轴之间有大范围的角度,则可以用声波测井工具测出的压缩速度来反推,以找出各向异性参数 δ 和 ϵ 的值以及沿横向各向同性岩石的对称轴的压缩速度,如在例如 Hornby, B. E., Howie, J. M., 和 Ince, D. W. (2003), “Anisotropy correction for deviated-well sonic

logs:Application to seismic well tie,"Geophysics,68 卷,2 期,464-471 页中所描述的。各向异性参数的值也可以从简单的(walkaway)垂直地震剖面的分析来估计。如果各向异性区域包含具有不同各向异性的不同岩石类型,则其它电缆测井可以用来识别不同的岩石类型,并且用于每种岩石类型的各向异性参数的值可以被估计。在另一种方法中,从在钻井过程中获取的岩芯切割的样品,速度可以在实验室中测量。可用测出的速度来反推,以获得各向异性参数 δ 、 ϵ 和 γ 的值,如在例如 Wang, Z. (2002), "Seismic anisotropy in sedimentary rock, part 1: A single-plug laboratory method," Geophysics, 67 卷, 5 期, 1415-1422 页中所描述的。由于实验室测量只提供各向异性区域中沿井身的一个或有限数量的点的各向异性参数的值,因此来自其它电缆测井的信息可以用来内插和外插各向异性区域 38 中的各向异性参数的值。

[0039] 当工具朝向已知时计算剪切波速度

[0040] 图 6 是用于在工具朝向已知的情况下计算沿对称轴 40 的剪切速度的方法的流程图,例如利用声波测井工具 20。

[0041] 在步骤 100,为井身 34 中的每个相关深度收集数据。数据包括提供井身方位角和倾斜度的井勘测数据。

[0042] 到达每个深度 50 的快和慢剪切波的速度和方位角由来自声波测井工具 20 的处理过的交叉偶极子声波测井记录来提供。

[0043] 获得区域 38 的各向异性参数 δ 和 ϵ ,例如利用上述方法。

[0044] 从测井记录或其它信息获得区域 38 的对称轴 40。

[0045] 从处理后的测井记录或其它信息获得沿对称轴的压缩波速度,例如利用 Hornby 等人 (2003) 所描述的方法。

[0046] 为了把在井 34 中测出的速度关联到横向各向同性模型,有必要计算相对倾角 42,所述角度定义为井身 34 的纵轴和横向各向同性区域 38 的对称轴 40 之间的角度(见图 3A)。

[0047] 在步骤 102,为井中的每个相关深度 50 计算相对倾角。

[0048] 相对倾斜方向是包含井的纵轴 34a 和各向异性区域的对称轴 40 的平面 60 的方位角 64。这在图 4 中说明,该图示出了 (x, y, z) 坐标系,其中 z-轴代表垂直方向,而 x 和 y 轴定义水平面。示出了对称轴 40 和井身的纵轴 34a,照现在的样子(as is)就是包含轴 34a 和 40 的平面 60。相对倾角 62 是矢量 34a 和 40 之间的角度。

[0049] 相对倾斜方向 64 是平面 60 的方位角,如图 4 中所示。

[0050] 在步骤 103,位于每个深度 50 的准剪切速度被识别为剪切速度,是由声波测井工具 20 测出的或快或慢的剪切速度,其中工具 20 具有与相对倾斜方向 64 对准的偏振方位角。

[0051] 在步骤 104,利用相速度,如在 Thomsen (1986) 中所描述的,沿横向各向同性区域的轴的剪切速度如下计算:

[0052]
$$V_{s0} = \sqrt{V_{p0}^2(1-f)}$$

[0053] 其中

$$[0054] \quad f = \frac{\varepsilon^2 \sin^4 \theta - \left(\frac{V_{qs}^2(\theta)}{V_{p0}^2} - 1 - \varepsilon \sin^2 \theta \right)^2}{\frac{V_{qs}^2(\theta)}{V_{p0}^2} - 1 - 2\varepsilon \sin^2 \theta + 2(\varepsilon - \delta) \sin^2 \theta \cos^2 \theta}$$

[0055] δ 和 ε 是各向异性参数,

[0056] V_{p0} 是沿对称轴的 P 波速度,

[0057] θ 是相对倾角, 以及

[0058] $V_{qs}(\theta)$ 是测出的剪切速度。

[0059] 如果声波测井工具测量群速, 则沿横向各向同性区域的轴的剪切速度可以利用如在 Thomsen (1986) 中所描述的群速来计算。

[0060] 利用从声波测井工具 20 提供的数据并且能够访问在步骤 100 中收集的数据, 步骤 103 和 104 可以由在处理器 (例如标准的台式计算机) 上运行的软件执行。

[0061] 当工具朝向未知时计算剪切波速度

[0062] 图 7 是在工具朝向未知的情况下, 例如当使用声波测井工具 10 时, 确定剪切波速度的方法的流程图。

[0063] 在步骤 200, 为井身 34 中每个相关深度收集数据。数据包括提供井身的方位角和倾斜度的井勘测数据。

[0064] 到达每个深度 50 的快和慢剪切波的速度和方位角由来自声波测井工具 10 的处理过的交叉偶极子声波测井记录提供。

[0065] 获得区域 38 的各向异性参数 δ 、 ε 和 γ , 例如利用上述方法。

[0066] 从测井记录或其它信息获得区域 38 的对称轴 40。

[0067] 沿对称轴的压缩波速度是从处理后的测井记录或其它信息获得的, 例如利用在 Hornby 等人 (2003) 中所描述的方法。

[0068] 在步骤 202, 为井中每个相关深度 50 计算相对倾角。

[0069] 然后, 在步骤 203, 执行计算以确定准剪切模式是预期具有位于相对倾角的快或是慢剪切速度。这在图 5 中示出。对于 δ 、 ε 和 γ 的指定的值, 图 5 示出了准剪切速度的图 70 和剪切速度的图 72, 这两个图是相对于 x- 轴上的相对倾角绘制的。利用相速度, 如在 Thomsen (1986) 中所描述的, 位于相对倾角的剪切和准剪切速度如下计算:

$$[0070] \quad V_s(\theta) = V_{s0} \sqrt{1 + 2\gamma \sin^2(\theta)}$$

$$[0071] \quad V_{qs}(\theta) = \sqrt{V_{qs}^2(\theta)}$$

[0072] 其中

$$V_{qs}^2(\theta) = V_{p0}^2 \left[1 + \epsilon \sin^2(\theta) - \frac{f}{2} - \frac{f}{2} \sqrt{1 + \frac{4\sin^2(\theta)}{f} (2\delta \cos^2(\theta) - \epsilon \cos 2\theta) + \frac{4\epsilon^2 \sin^4(\theta)}{f^2}} \right]$$

$$f = 1 - \frac{V_{s0}^2}{V_{p0}^2}$$

[0075] δ 和 ϵ 是各向异性参数,

[0076] V_{p0} 是沿对称轴的压缩波速度,

[0077] V_{s0} 是沿对称轴的剪切波速度的估计, 以及

[0078] θ 是相对倾角。

[0079] 如果声波测井工具 10 测量群速, 则位于相对倾角的剪切和准剪切速度可以利用如在 Thomsen (1986) 中所描述的群速来计算。

[0080] 然后, 在步骤 204, 对于每个深度 50, 准剪切速度被识别为快或慢测出的剪切速度。例如, 在由点 74 表示的相对倾角, 预期准剪切速度是快剪切速度。

[0081] 然后, 执行校正步骤 205, 如以上对图 6 的步骤 104 所描述的。输出是沿横向各向同性区域 38 的对称轴的剪切速度。

[0082] 在步骤 104 和 205, 测出的准剪切速度被用来计算沿对称轴的速度, 而不是利用测出的剪切速度或者测出的剪切速度或准剪切速度的组合。

[0083] 图 8 示意性地说明了计算机网络 84 的例子, 这里所述的各种技术的实现可以在该网络中实现。计算机网络 84 可以包括数据处理系统或计算机系统 88, 该系统可以实现为任何传统的个人计算机或服务器。但是, 本领域技术人员将认识到, 这里所描述的各种技术的实现可以在其它计算机系统配置中实践, 包括超文本传输协议 (HTTP) 服务器、手持式设备、多处理器系统、基于微处理器的或者可编程的消费者电子产品、网络 PC、微型计算机、Linux 计算机、大型计算机, 等等。

[0084] 包括至少一个处理器的计算机系统 88 可以与至少一个盘储存器或者至少一个存储设备 86 和 96 通信, 其中存储设备可以是外部的硬盘存储设备。预期盘存储设备 86 和 96 是传统的硬盘驱动器, 并且因此将通过局域网或通过远程访问来实现。当然, 虽然盘存储设备 86 和 96 说明为独立的设备, 但是根据期望, 单个盘存储设备可以用来存储任何和全部的程序指令、测量数据以及结果。

[0085] 在一种实现中, 如参考步骤 100 和 200 所描述的数据集可以作为计算机存储介质存储在盘存储设备 96 中。计算机系统 88 可以从盘存储设备 96 检索适当的数据, 以根据对应于这里所述各种技术的实现的程序指令来处理数据。程序指令可以用计算机编程语言来书写, 诸如 FORTRAN、C、C++、Java 等。程序指令可以存储在计算机可读介质中, 诸如程序盘存储设备 86。这种计算机可读介质可以包括计算机存储介质和通信介质。计算机存储介质可以包括以用于信息存储的任何方法或技术实现的易失性和非易失性以及移动和不可移动介质, 其中信息诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其它数据。计算机

存储介质还可以包括 RAM、ROM、可擦可编程只读存储器 (EPROM)、电可擦可编程只读存储器 (EEPROM)、闪存存储器或者其它固态存储器技术、CD-ROM、数字多样化盘 (DVD), 或者其它光学存储器、磁带盒、磁带、磁盘存储器或者其它磁性存储设备, 或者可以用来存储期望的信息并且可以被计算系统 88 访问的任何其它介质。

[0086] 在系统计算机 88 上运行的软件指令可以用来实现图 6 和 7 的方法中的计算步骤, 尤其是校正步骤 104 和 205。

[0087] 在一种实现中, 计算机系统 88 可以包括至少一个图形用户接口 (GUI) 组件, 诸如图形显示器 90 和键盘 92, 该 GUI 组件可以包括启动交互式操作的定点设备 (例如, 鼠标、轨迹球等, 未示出)。GUI 组件可以用来既显示数据和处理过的数据产品又允许用户在用于实现所述方法各方面的选项之间进行选择。计算机系统 88 可以在盘存储器 86 上存储上述方法的结果, 供以后使用和进一步分析。

[0088] 应当理解, 本说明书中公开和定义的发明扩展到从所述文字或附图提到或显然的两个或更多个独特特征的所有备选组合。所有这些不同组合都构成本发明的各种备选方面。

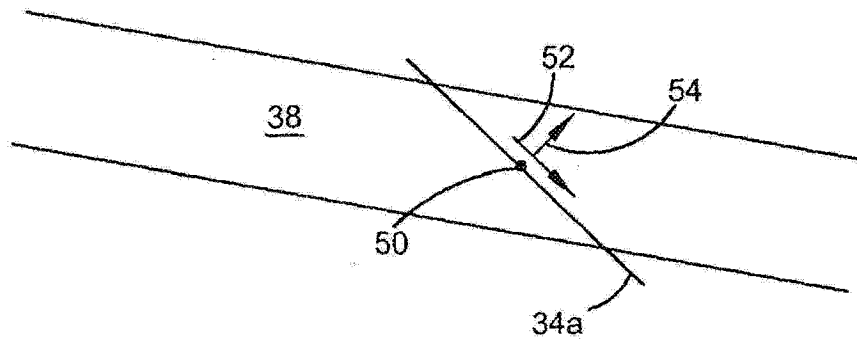


图 3B

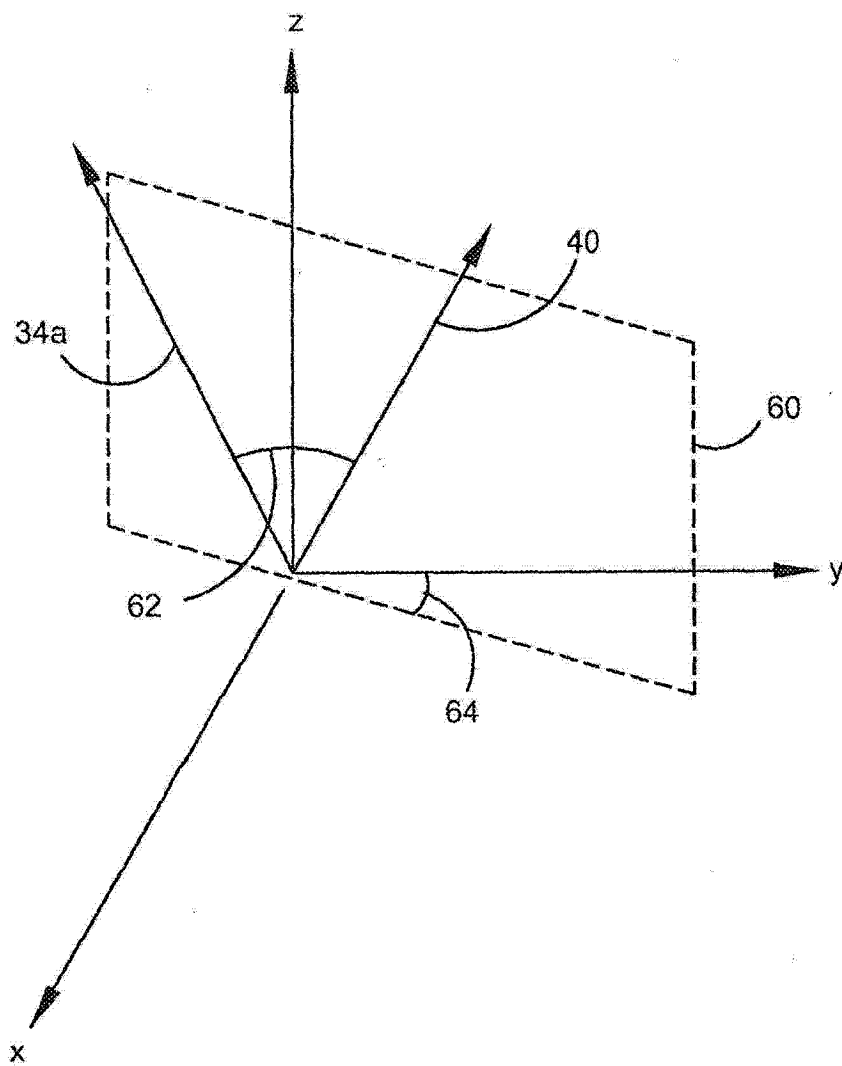


图 4

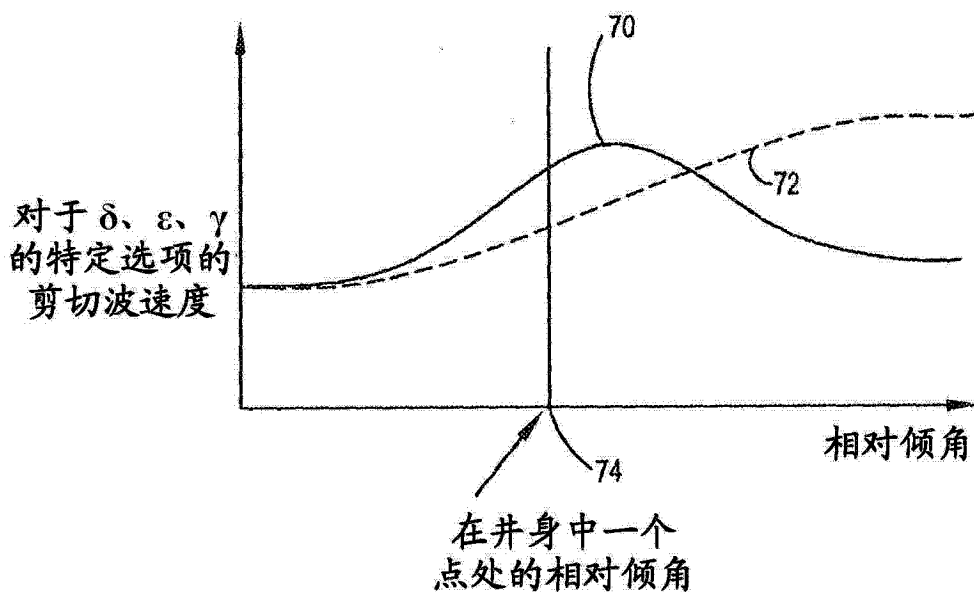


图 5

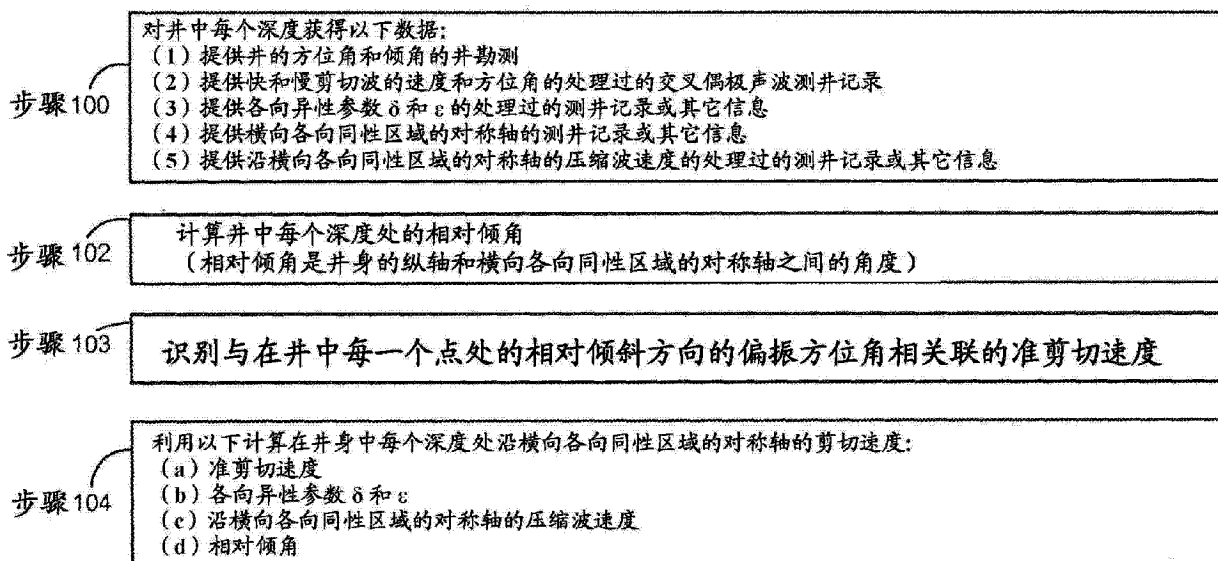


图 6

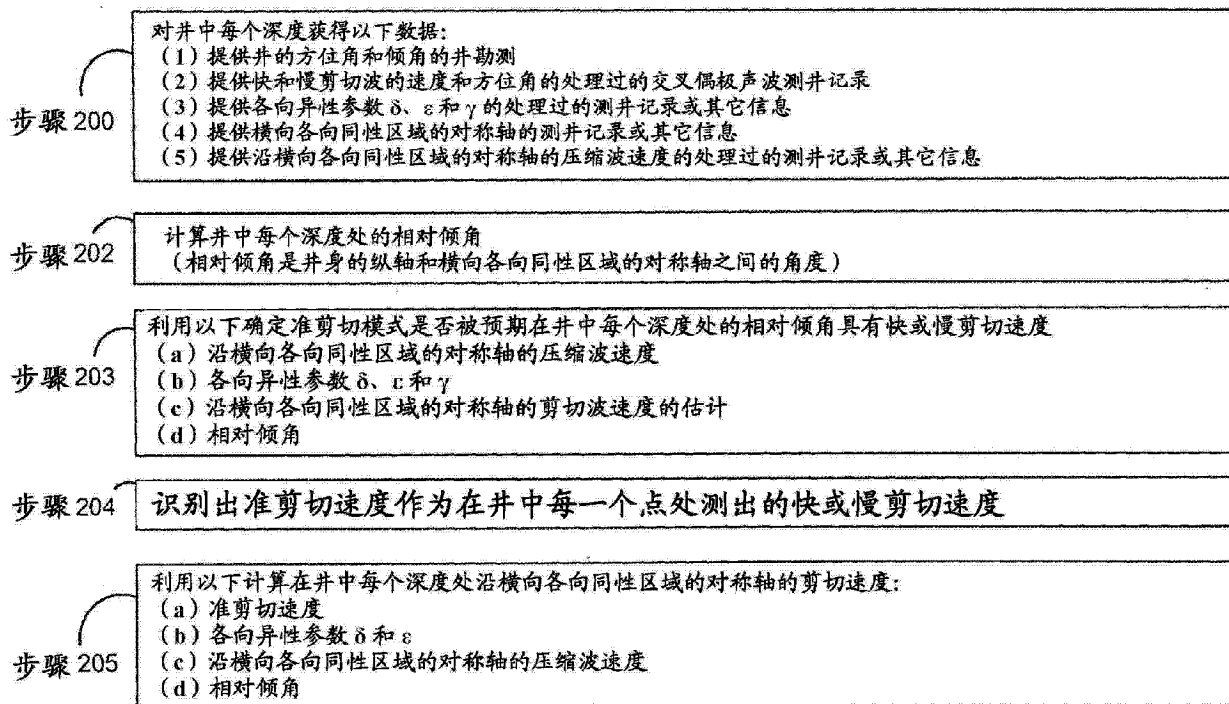


图 7

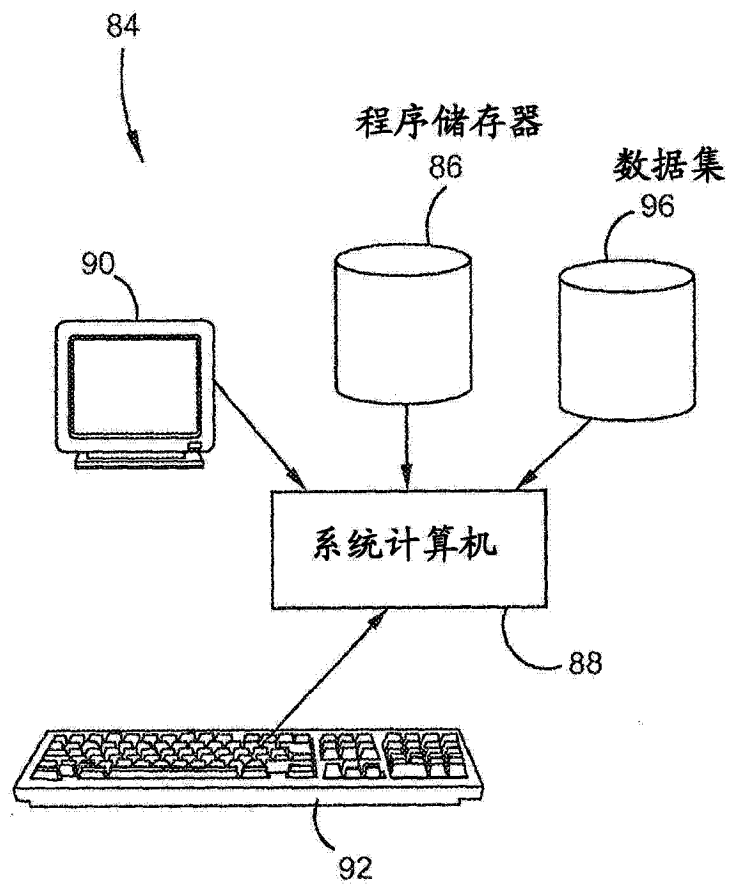


图 8