



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101467070 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 09

(21) 申请号 200680054970. 3

(22) 申请日 2006. 08. 04

(30) 优先权数据

60/805, 176 2006. 06. 19 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2008. 12. 15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2006/030489 2006. 08. 04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02007/149106 EN 2007. 12. 27

(73) 专利权人 哈里伯顿能源服务公司

地址 美国得克萨斯州

(72) 发明人 M·S·比特 R·T·比斯特

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

司 31100

代理人 刘佳

(51) Int. Cl.

G01V 3/30 (2006. 01)

E21B 47/01 (2012. 01)

(56) 对比文件

US 6788065 B1, 2004. 09. 07, 说明书第 4 栏第 56 行至第 5 栏第 16 行、第 8 栏第 41 行至第 9 栏第 30 行, 附图 2、11B、12、15.

US 2005/0024060 A1, 2005. 02. 03, 说明书第 0058 段至第 0063 段、第 0098 段, 附图 1-2、16.

审查员 孙晓明

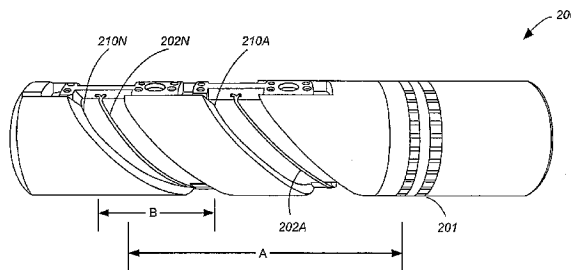
权利要求书2页 说明书8页 附图9页

(54) 发明名称

井下管内的天线挖切部

(57) 摘要

在某些实施例中, 设备 (200) 包括在井下作业的管子。管子具有纵向轴线并具有挖切部 (210N), 该挖切部的方向是相对于管子的纵向轴线除了 90 度以外的方向。该设备还包括设置在管子的挖切部内的天线 (202A)。天线进行电磁信号的发送或接收中的至少一种, 电磁信号具有横越地下地层的路径。



1. 一种用于井下作业的管子的挖切部内天线的设备,包括:

管子,所述管子在井下作业,并具有纵向轴线和周界挖切部,所述挖切部绕挖切部轴线延伸,所述挖切部轴线与所述管子的所述纵向轴线成除 90 度以外的角度设置,并由此所述挖切部相对于所述纵向轴线倾斜延伸,其中所述挖切部的宽度在一至四英寸范围内;

天线,所述天线设置在倾斜延伸的所述挖切部内,所述天线进行电磁信号的发送或接收的至少一种,所述电磁信号具有横越地下地层的路径;以及

倾斜延伸的非磁性套管,所述套管设置在倾斜延伸的所述挖切部内,以便覆盖位于其中的所述天线,所述套管具有多个狭槽。

2. 如权利要求 1 所述的设备,其特征在于,所述挖切部轴线相对于所述管子的所述纵向轴线为 45 度角。

3. 如权利要求 1 所述的设备,其特征在于,所述挖切部的宽度为三英寸。

4. 如权利要求 1 所述的设备,其特征在于,所述挖切部的宽度为两英寸。

5. 如权利要求 1 所述的设备,其特征在于,所述多个狭槽填充有非金属材料。

6. 如权利要求 1 所述的设备,其特征在于,所述管子是钻柱,其中所述挖切部在所述钻柱的钻铤内。

7. 如权利要求 1 所述的设备,其特征在于,所述管子是钻柱,其中所述挖切部在所述钻柱的稳定器内。

8. 一种用于井下作业的管子的挖切部内天线的设备,包括:

管子,所述管子用于井下作业并具有纵向轴线,且包括:

发送天线,所述发送天线发射进入地下地层的电磁波;

第一接收天线,所述第一接收天线设置在所述管子的第一周界挖切部内,所述第一周界挖切部绕第一挖切部轴线延伸,所述第一挖切部轴线与所述管子的所述纵向轴线成除 90 度以外的角度设置,并由此所述第一周界挖切部相对于所述管子的纵向轴线倾斜延伸,其中所述第一周界挖切部的宽度在一至六英寸范围内,倾斜延伸的非磁性第一套管设置在所述第一周界挖切部内,以便覆盖所述第一接收天线,所述第一套管具有多个第一狭槽,所述第一接收天线接收从发射到所述地下地层的电磁波产生的感应电磁波;以及

第二接收天线,所述第二接收天线设置在所述管子的第二周界挖切部内,所述第二周界挖切部绕第二挖切部轴线延伸,所述第二挖切部轴线与所述管子的所述纵向轴线成除 90 度以外的角度设置,并由此所述第二周界挖切部相对于所述管子的纵向轴线倾斜延伸,其中所述第二周界挖切部的宽度在一至四英寸范围内,倾斜延伸的非磁性第二套管设置在所述第二周界挖切部内,以便覆盖所述第二接收天线,所述第二套管具有多个第二狭槽,所述第二接收天线接收从发射到所述地下地层的电磁波产生的感应电磁波。

9. 如权利要求 8 所述的设备,其特征在于,从所述第二接收天线到所述发送天线的平均距离在 12 至 112 英寸范围内。

10. 如权利要求 9 所述的设备,其特征在于,从所述第一接收天线到所述发送天线的平均距离在 6 至 106 英寸范围内。

11. 如权利要求 8 所述的设备,其特征在于,所述第一挖切部轴线和所述第二挖切部轴线相对于所述管子的所述纵向轴线为 45 度角。

12. 如权利要求 8 所述的设备,其特征在于,所述第一周界挖切部的宽度和所述第二周

界挖切部的宽度为二英寸。

13. 一种用于井下作业的管子的挖切部内天线的方法,包括:

使用围绕用于井下作业的工具周界设置的发送天线将发送电磁波发送到地下地层内;
以及

用围绕所述工具并且在所述工具的第一周界挖切部内周界设置的第一接收天线接收由所述发送电磁波产生的第一感应电磁波,其中所述第一接收天线的轴线和所述第一周界挖切部的轴线呈相对于所述工具的纵向轴线除了 90 度以外的角度,其中所述第一周界挖切部相对于所述纵向轴线倾斜延伸,并且所述第一周界挖切部的宽度在一至四英寸范围内,所述工具具有置于所述第一周界挖切部中的倾斜延伸的非磁性套管,以便覆盖所述第一接收天线,所述非磁性套管具有一个或多个狭槽。

14. 如权利要求 13 所述的方法,其特征在于,还包括用围绕所述工具并且在所述工具的第二周界挖切部内周界设置的第二接收天线接收由所述发送电磁波产生的第二感应电磁波,其中所述第二接收天线的轴线和所述第二周界挖切部的轴线呈相对于所述工具的纵向轴线除了 90 度以外的角度,其中所述第二周界挖切部的宽度在一至四英寸范围内。

15. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,还包括根据所述第一感应电磁波和所述第二感应电磁波来确定所述地下地层的一部分的电阻率。

16. 如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,所述第一接收天线定中心在第一周界挖切部内,而所述第二接收天线定中心在所述第二周界挖切部内。

17. 如权利要求 13 所述的方法,其特征在于,所述第一周界挖切部的壁表面具有均匀的宽度。

井下管内的天线挖切部

技术领域

[0001] 本发明总地涉及井下钻探。具体地说,本申请涉及用于井下钻探的地层评估。

背景技术

[0002] 在提取烃的钻探作业中,可使用电磁辐射来提供围绕用于这种提取的井孔的地下地层的电阻率的指示。然后可使用关于电阻率的数据来确定烃的存在。

附图说明

[0003] 通过参照示出这种实施例的以下说明书和附图可清楚地理解本发明的实施例。包括在此的用于附图中的编码体系是将图中给定标号的引导数字与图号相关联。例如,工具 100 会位于图 1 中。然而,在不同图中相同的部件的标号相同。附图中:

[0004] 图 1 示出根据本发明的某些实施例的包括电磁波电阻率天线的挖切部的钻探同时计量 (MWD)/ 钻探同时测井 (LWD) 期间的钻井。

[0005] 图 2 示出作为根据本发明的某些实施例的用于井下作业的管子的一部分、并在工具的挖切部内具有用于电磁波电阻率的天线的工具。

[0006] 图 3 示出根据本发明的某些实施例的工具挖切部内用于电磁波电阻率的接收天线的更详细视图。

[0007] 图 4 示出根据本发明的某些实施例的、电磁信号强度相对于工具内具有产生信号的天线的挖切部的宽度的曲线图。

[0008] 图 5 示出根据本发明的某些实施例的、电磁信号强度和相关功率相对于工具内具有产生信号的天线的挖切部的宽度的曲线图。

[0009] 图 6 示出作为根据本发明的某些其它实施例的、用于井下操作并在工具的挖切部内具有用于电磁波电阻率的天线的工具。

[0010] 图 7 示出根据本发明的某些实施例的具有大致均匀宽度的壁表面的工具内挖切部的剖视图。

[0011] 图 8 示出根据本发明的某些实施例的工具内具有发散的壁表面的挖切部的剖视图。

[0012] 图 9 示出根据本发明的某些实施例的工具内具有收敛的壁表面的挖切部的剖视图。

[0013] 图 10 示出根据本发明的某些实施例的工具,该工具是作为用于井下作业的管的一部分、并具有用于由带有多个狭槽的套管覆盖的电磁波电阻率的天线的挖切部。

[0014] 图 11 示出根据本发明的某些实施例的、覆盖该工具上挖切部的套管的狭槽区域中的一个狭槽的剖视图。

[0015] 图 12 示出根据本发明的某些实施例的、包括电磁波电阻率的天线的挖切部的钢缆测井作业期间的钻井。

具体实施方式

[0016] 描述用于井下作业的管子的挖切部内天线的方法、设备和系统。在以下说明书中，对多个具体细节进行阐述。但是，应当理解，没有这些细节也可实施本发明的各实施例。在其它情况下，未详细示出已知电路、结构和技术，以清楚地理解本说明书。某些实施例可能用在钻探同时计量 (MWD)、钻探同时测井 (LWD) 和钢缆作业中。

[0017] 各实施例的说明分成五部分。第一部分描述一种 MWD 作业环境。第二部分描述其中工具上设有天线的挖切部的不同构造。第三部分描述覆盖这些挖切部的套管的构造。第四部分描述一种钢缆作业环境。第五部分提供一些总体评价。

[0018] MWD 作业环境

[0019] 现描述根据某些实施例的系统作业环境。图 1 示出根据本发明的某些实施例的包括电磁波电阻率的天线的挖切部的钻探同时计量 (MWD)/ 钻探同时测井 (LWD) 期间的钻井。

[0020] 可以看出系统 164 怎样也可形成位于钻井 106 的表面 104 处的钻机 102 的一部分。钻机 102 可为钻柱 108 提供支承。钻柱 108 可运行以将用于钻探井孔 112 的旋转台 110 穿过地下地层 114。钻柱 108 可包括方钻杆 116、钻杆 118 和可能位于钻杆 118 下部的井底组件 120。

[0021] 井底组件 120 可包括钻铤 122、井下工具 124 和钻头 126。钻头 126 可运行以通过穿透表面 104 和地下地层 114 来形成钻孔 112。井下工具 124 可包括任何数量不同类型的工具，包括 MWD (钻探同时计量) 工具、LWD (或钻探同时测井) 工具和其它。在某些实施例中，钻杆 118 是用于在地面和井下工具 124 之间连通的装有导线的钻杆。在某些实施例中，井下工具 124 可包括一个或多个挖切部。井下工具 124 上的挖切部可用于放置发送天线或接收天线。以下将更详细描述挖切部和其中天线。

[0022] 在钻探作业期间，钻柱 108 (可能包括方钻杆 116、钻杆 118 和井底组件 120) 可通过旋转台 110 旋转。此外，或者替代地，井底组件 120 可通过位于井下的电动机 (例如泥浆电动机) 旋转。钻铤 122 可用于增加钻头 126 的重量。钻铤 122 还可使井底组件 120 增加刚性，以使井底组件 120 能够将增加的重量传递到钻头 126，并又辅助钻头 126 穿透表面 104 和地下地层 114。

[0023] 在钻探作业期间，泥浆泵 132 可通过软管 136 从泥浆池 134 将钻探流体 (有时本领域的技术人员也成为“钻探泥浆”) 抽吸到钻杆 118 内并向下到钻头 126 内。钻探流体可从钻头 126 流出并通过钻杆 118 和井孔 112 的侧面之间的环形区域 140 返回到表面 104。然后钻探流体可返回到泥浆池 134，在泥浆池过滤这些流体。在某些实施例中，钻探流体可用于冷却钻头 126，并在钻探作业期间为钻头 126 提供润滑。此外，钻探流体可去除由于运行钻头 126 而产生的地下地层 114 切屑。

[0024] 图 1 中不同的部件这里都可称为“模块”。这些模块可包括硬件电路、和 / 或处理器和 / 或存储电路、软件程序模块和对象、和 / 或固件及其组合，如图 1 中所示系统的建筑师所要求的那样并适于各种实施例的具体实施。例如，在某些实施例中，这些模块可包括在设备和 / 系统运行模拟包中，诸如软件电信号模拟包、功率使用和分配模拟包、功率 / 热耗散模拟包和 / 或用于模拟各种潜在实施例的运行的软件和硬件的组合。

[0025] 应当理解，各种实施例的设备和系统可用在除了用于钻探和测井作业之外的应用中，而因此各实施例并不限于此。图 1 的系统的说明意在提供各实施例的结构总体理解，

且它们并不意味着用于完整的描述可能利用本文所述结构的设备和系统的所有构件和特征。

[0026] 可包括各实施例的新型设备和系统的应用场合包括用在高速计算机中的电子电路、通信和信号处理电路、调制解调器、处理器模块、嵌入式处理器、数据开关以及包括多层硅芯片模块的专用模块。还可包括这种设备和系统来作为各种电子系统内的分部件,其中电子系统诸如电视机、个人电脑、工作站、车辆、和用于各种电气装置的导电电缆。某些实施例包括多种方法。

[0027] 在钻柱 108 上可设置多个发送天线和接收天线。发送天线可发射穿过地下地层的发送电磁波。由发射电磁波产生的感应电磁波由接收天线接收。根据这种电磁发射,可确定地下地层的电阻率。天线可用于确定多个勘测深度处的电阻率。发送天线和 / 或接收天线可设置在沿钻柱不同位置处间隔开的周界挖切部内。现在描述示例构造。

[0028] 工具内用于容纳天线的挖切部

[0029] 挖切部的尺寸取决于工具和其中的天线的机械、电气和基于物理的诸方面。具体地说,如果挖切部太宽,工具的结构整体性会受到损坏。相反,如果挖切部太窄,从天线输出用于地层评估的足够水平的信号所需要的功率可能太大。图 2、3 和 6 示出其中设有天线挖切部的工具的不同实施例。图 4 和 5 示出给定构造的电磁信号强度、功率和挖切部的宽度的曲线图。图 7-9 示出挖切部的壁的角度的不同实施例。

[0030] 图 2 示出作为根据本发明的某些实施例的用于井下作业并在工具的挖切部内具有用于电磁波电阻率的天线的工具。具体地说,图 2 示出可作为钻柱 108(图 1 所示)的一部分的工具 200。工具 200 包括可围绕工具 200 圆周设置的发送天线 201。如图所示,发送天线 201 的轴线可大致垂直于工具 200 的纵向轴线。或者,发送天线 201 的轴线可处于相对于工具 200 的纵向轴线的其它角度(0 度、45 度、70 度、90 度等)。尽管示出具有一个发送天线 201,但工具 200 可包括一至任何数量的发送天线。

[0031] 发送天线 201 可以是可串联或并联的一至多个导线绕组。导线绕组可具有一至多圈。在某些实施例中,发送天线 201 包括围绕钻柱的周界设置的四圈导线。在某些实施例中,各发送天线可选择地调谐成发送具有三个或多个选择频率中一个的电磁信号或电磁波。因此,尽管可通过发送和接收天线之间的间隔来将探测的深度控制到某种程度,但探测深度还可通过选择适当的频率来控制。在某些实施例中,各发送天线可调谐成发送具有 2 兆赫、500 千赫或 250 千赫中一个的频率的电磁波。但各实施例并不限于此,也可使用不同的频率以及更大的频率选择。

[0032] 工具 200 还包括挖切部 210A 和挖切部 210N。围绕工具 200 的周界切割出挖切部 210A 和挖切部 210N。此外,挖切部 210A 的轴线和挖切部 210N 的轴线是相对于工具 200 的纵向轴线偏离的轴线。在某些实施例中,挖切部 210A 的轴线和挖切部 210N 的轴线相对于工具 200 的纵向轴线呈约 45 度角。在某些实施例中,挖切部 210A 的轴线和挖切部 210N 的轴线可以是呈相对于工具 200 的纵向轴线的任何角度。例如,该角度可以约为 5 度、10 度、15 度、30 度、70 度、75 度、85 度等。挖切部 210A 的轴线的角度可独立于挖切部 210N 的轴线的角度。例如中,挖切部 210A 的轴线和挖切部 210N 的轴线相对于工具 200 的纵向轴线呈约 45 度角。此外,工具 200 上可具有一至任何数量的挖切部。接收天线 202A 设置或放置在挖切部 204A 内。接收天线 202N 设置或放置在挖切部 204N 内。

[0033] 接收天线 202A 和接收天线 202N 可各包括沿工具 200 的本体的周界延伸的一圈或多圈导线。在某些实施例,接收天线之间的间隔可以是 6 英寸、8 英寸、10 英寸等,尽管也可使用任何适当的间隔。各接收天线可联接到接收电路(未具体示出),该电路可与接收天线组合来探测电磁波或电磁辐射。根据接收的电磁信号的幅值和相位中的一个或两个,井下工具 124 和 / 或表面电子设备能够确定周围地层的电阻率。

[0034] 在某些实施例中,挖切部 210A、挖切部 210N 和发送天线 201 可以在工具 200 的不同部分上。例如,挖切部 210A、挖切部 210N 和发送天线 201 可在钻铤、稳定器等上。包括这种挖切部的钻铤的直径可在四至九英寸范围内。例如,钻铤的直径可以是 4 3/4 英寸、6 3/4 英寸、7 英寸、8 英寸、9 英寸等。

[0035] 如图所示,从发送天线 201 到接收天线 202N(最远的接收天线)的中点(B/2)的距离是 A。具体地说,由于周界接收天线的角度可以是相对于工具的纵向轴线偏离的轴线,到接收天线的距离可围绕工具的周界变化。因此,如果沿纵向轴线的周界接收天线的范围是 B,则中点是 B/2。在某些实施例中,距离 A 可以在 6 至 112 英寸范围内。在某些实施例中,距离 A 是 6 英寸、16 英寸、32 英寸、48 英寸等。

[0036] 图 3 示出根据本发明的某些实施例的工具的挖切部内用于电磁波电阻率的接收天线的更详细视图。具体地说,图 3 示出根据本发明的某些实施例的图 2 的工具上挖切部的更详细视图。挖切部 210A 具有外部点 305A 和外部点 305B。挖切部 210A 还具有内部点 306A 和内部点 306B。挖切部 210N 具有外部点 308A 和外部点 308B。挖切部 210N 还具有内部点 310A 和内部点 310B。以下参照图 7-9 更详细的描述挖切部 210 的壁相对于内部点和外部点的不同角度。

[0037] 挖切部 210A 和挖切部 210N 分别具有宽度 304A 和宽度 304N。在某些实施例中,宽度 304A 和 / 宽度 304N 在约一至四英寸范围内、约二至四英寸范围内、约一至四英寸范围内、约一至六英寸、约二至六英寸、约一至八英寸、约二至八英寸等。在某些实施例中,宽度 304A 和 / 或宽度 304N 约为一英寸、二英寸、三英寸、四英寸、五英寸、六英寸、七英寸、八英寸等。在某些实施例中,天线大致设置在挖切部的中心。

[0038] 图 4 示出根据本发明的某些实施例的、电磁信号强度相对于工具内具有接收信号的天线的挖切部的宽度的曲线图。具体地说,图 4 示出用于构造如下的工具的曲线图 400。工具包括挖切部和设置在其中相对于工具的纵向轴线偏置 45 度的接收天线。发送天线的电流约为 50 毫安。发送天线运行以发送具有约两兆赫频率的电磁波。发送天线和接收天线之间的间距约为 16 英寸。接收天线具有约 1100 的增益。发送天线和接收天线的圈数分别是四和三。曲线图 400 包括曲线 402。在沿曲线 402 的点 406 处,挖切部的宽度是 1.00 英寸,信号的幅值是 0.10 伏特均方根(RMS)。在沿曲线 402 的点 404 处,挖切部的宽度是 2.00 英寸,信号的幅值是 0.20 伏特 RMS。在沿曲线 402 的点 408 处,挖切部的宽度是 3.50 英寸,信号的幅值为约 0.27 伏特 RMS。如图所示,信号的强度在挖切部的宽度约 2 英寸时开始变平。

[0039] 图 5 示出根据本发明的某些实施例的电磁信号强度和相关功率相对于工具内具有产生信号的天线的挖切部的宽度的曲线图。具体地说,图 5 示出曲线图 500,该曲线图包括来自图 4 的表示信号强度相对于挖切部的宽度的曲线 402。图 5 还包括信号的功率相对于挖切部的宽度的曲线 502。如图 4 和 5 所示,对于该工具构造(如上所述)来说,挖切部

的约两英寸宽度是信号强度和所暴露的天线区域的良好折衷。将宽度降低到一英寸以下需要显著增加功率来解决信号强度的损失（如图所示）。

[0040] 图 6 示出作为根据本发明的某些其它实施例的、用于井下作业并在工具的挖切部内具有用于电磁波电阻率的天线的工具。具体地说，图 6 示出可作为钻柱 108（图 1 所示）的一部分的工具 600。工具 600 包括可在挖切部 606 内围绕工具 600 圆周设置的发送天线 602。发送天线 602 的轴线和挖切部 606 的轴线相对于工具 600 的纵向轴线呈约 45 度角。在某些实施例中，挖切部 606 的轴线可以是相对于工具 600 的纵向轴线的任何角度。例如，该角度可以约为 5 度、10 度、15 度、30 度、70 度、75 度、85 度等。挖切部 606 的轴线的角度可独立于天线 602 的轴线的角度。例如中，挖切部 606 的轴线和天线 602 的轴线相对于工具 600 的纵向轴线分别约为 45 度角和 48 度角。尽管示出具有一个发送天线 201，但工具 200 可包括设置在挖切部内的一至任何数量的发送天线。

[0041] 发送天线 602 可以是可串联或并联的一至多个导线绕组。导线绕组可具有一至多圈。在某些实施例中，发送天线 602 包括围绕钻柱的周界设置的四圈导线。在某些实施例中，各发送天线可选择地调谐承发送具有三个或多个选择频率中一个的电磁信号或电磁波。因此，尽管可通过发送和接收天线之间的间隔来将探测的深度控制到某种程度，但探测深度还可通过选择适当的频率来控制。在某些实施例中，各发送天线可调谐成发送具有 2 兆赫、500 千赫或 250 千赫中一个的频率的电磁波。但各实施例并不限于此，也可使用不同的频率以及更大的频率选择。

[0042] 工具 600 还包括挖切部 608，挖切部 608 包括放置或设置在其中的接收天线 604。挖切部 608 围绕工具 600 周界挖切而成。此外，挖切部 608 的轴线可以是相对于工具 600 的纵向轴线偏离的轴线。在某些实施例中，挖切部 608 的轴线可以相对于工具 600 的纵向轴线呈约 45 度角。在某些实施例中，挖切部 608 的轴线可以是相对于工具 600 的纵向轴线的任何角度。例如，该角度可以约为 5 度、10 度、15 度、30 度、70 度、75 度、85 度等。尽管示出具有一个接收天线 604，但工具 600 可包括设置在挖切部内的一至任何数量的接收天线。

[0043] 接收天线 604 可包括沿工具 600 的本体的周界延伸的一圈或多圈导线。接收天线 604 可联接到接收电路（未具体示出），该电路可与接收天线组合来探测电磁波或电磁辐射。根据接收的电磁信号的幅值和相位中的一个或两个，工具 600 能够确定周围地层的电阻率。在某些实施例中，挖切部 606 和挖切部 608 可以在工具 600 的不同部分上。例如，挖切部 606 和挖切部 608 可在钻铤、稳定器等上。包括这种挖切部的钻铤的直径可在四至九英寸范围内。例如，钻铤的直径可以是 4 3/4 英寸、6 3/4 英寸、7 英寸、8 英寸、9 英寸等。从发送天线 602 到接收天线 604 的距离可以在 6 至 112 英寸范围内。在某些实施例中，距离是 6 英寸、16 英寸、32 英寸、48 英寸等。

[0044] 可以以各种角度切割挖切部的壁表面。图 7-9 示出这些不同角度的实例。图 7 示出根据本发明的某些实施例的具有大约均匀宽度的壁表面的工具内挖切部的剖视图。具体地说，挖切部 700 包括外部点 704 和内部点 706。天线 702 设置在挖切部 700 内。如图所示，壁表面在从内部点 706 到外部点 704 的宽度是大致均匀的。

[0045] 图 8 示出根据本发明的某些实施例的具有会聚的壁表面的工具内挖切部的剖视图。具体地说，挖切部 800 包括外部点 804 和内部点 806。天线 802 设置在挖切部 800 内。如图所示，当挖切部从工具向外延伸时，壁表面收敛。

[0046] 图 9 示出根据本发明的某些实施例的具有分叉的壁表面的工具内挖切部的剖视图。具体地说,挖切部 900 包括外部点 904 和内部点 906。天线 902 设置在挖切部 900 内。如图所示,当挖切部从工具向外延伸时,壁表面发散。工具内的挖切部可包括图 7-9 所示构造的任意组合。例如,所有挖切部都如图 7 所示构造。或者,发送天线可以是图 8 所示的挖切部,而接收天线可以是图 7 所示的挖切部。

[0047] 用于覆盖工具内用于容纳天线的挖切部的套管

[0048] 图 10 示出根据本发明的某些实施例的工具,该工具是用于井下作业的管的一部分并具有用于由具有多个狭槽的套管覆盖的电磁波电阻率的天线的挖切部。具体地说,图 10 示出包括套管 1002 和套管 1006 的工具 1000。套管 1002 和套管 1006 都覆盖挖切部(如上所述)。在某些实施例中,套管由非磁性材料(诸如非磁性不锈钢)制成。在某些实施例中,套管 1002 的外径和套管 1006 的外径与工具 1000 的直径大致相同。

[0049] 套管 1002 和套管 1006 分别包括多个狭槽区域 1004 和多个狭槽区域 1008。在某些实施例中,狭槽区域 1004 和狭槽区域 1008 的纵向轴线大致垂直于挖切部(图 10 中未示出)内天线的纵向轴线。在某些实施例中,狭槽区域 1004 和狭槽区域 1008 的宽度、长度、数量和间距选择成可有足够量的所要求的电磁信号可分别可通过套管 1002 和套管 1006 传播并进入或传出地层而不会损坏套管的机械强度。因而,狭槽区域 1004 和狭槽区域 1008 形成穿过套管的电磁可透过的窗。

[0050] 在某些实施例中,狭槽区域 1004 和 1008 的宽度取决于被覆盖的挖切部区域的宽度。在某些实施例中,如果挖切部的宽度约为 1.0 英寸,则狭槽区域的宽度约为 0.75 英寸。在某些实施例中,如果挖切部的宽度约为 2.0 英寸,则狭槽区域的宽度约为 0.375 英寸。如果挖切部的宽度约为 3.0 英寸,则狭槽区域的宽度约为 0.25 英寸。如果挖切部的宽度约为 4.0 英寸,则狭槽区域的宽度约为 0.187 英寸。在某些实施例中,用于给定套管的各狭槽区域包括沿套管的周界间隔开约 M 度的 N 个狭槽。在某些实施例中,N 是 12 且 M 约为 30 度。

[0051] 图 11 示出根据本发明的某些实施例的覆盖住工具上挖切部的套管的狭槽区域中的一个狭槽的剖视图。狭槽 1102 的侧壁 1104A 和侧壁 1104B 是倾斜的,其中狭槽 1102 在外表面 1106 处最宽且在内表面 1108 处最窄。如图所示,插入件 1110 可设置在狭槽 1102 内。插入件 1110 可由诸如聚醚醚酮之类的刚性绝缘塑料或其它相对刚性的绝缘材料制成并构造成贴合地配合在狭槽 1102 的底部内。插入件 1110 包括面向外的表面 1112 和面向内的表面 1114。当设置在狭槽 1102 内时,面向内的表面 1114 基本上与内表面 1108 对齐。

[0052] 插入件 1110 包括倾斜的侧表面 1116,其能够以比狭槽 1102 的侧壁 1104A-1104B 的倾斜小的角度倾斜或渐缩。在某些实施例中,在插入件 1110 的顶部上设有一层密封复合物 1118。密封复合物 1118 可以是诸如脘之类的弹性体。也可使用环氧树脂或某些其它非金属复合物。在某些实施例中,在密封复合物 1118 和外表面 1106 之间会留下凹陷 1120。凹陷 1120 可以是各种深度。在某些实施例中,凹陷 1120 约为 0.12 英寸,有助于防止密封复合物 1118 在钻探作业期间以及工具插入钻孔或从钻孔撤出时撕裂或刺破。在某些实施例中,在制造期间,将密封复合物 1118 硫化以而保持在狭槽 1102 内插入件 1110 的顶部并保持在插入件 1110 的周界周围的区域 1135 和 1136 内。狭槽允许要到达天线或来自天线的所要求的电磁波穿过,但却阻止钻探流体侵入。狭槽的倾斜边缘和端部使密封复合物 1118 能够在对测井工具施加流体静压时密封得更紧。这些插入件还提供用于密封复合物 1110 的

防穿屏障。在某些实施例中,这些狭槽可构造成没有插入件。在某些实施例中,狭槽和 / 或插入件的侧壁不是倾斜的。在 1996 年 10 月 8 日发布的发明人爱德华 S 那姆比 (Edward S. Mumby) 的美国专利第 5,563,512 号中进一步描述了这种套管,其内容以参见的方式纳入本文。

[0053] 钢缆作业环境

[0054] 某些实施例可与钢缆测井作业结合使用。图 12 示出根据本发明的某些实施例的包括电磁波电阻率的天线的挖切部的钢缆测井期间的钻井。钻探平台 286 装备有支承吊车 290 的铁架塔 288。油井或气井的钻探通常通过连接在一起以形成钻柱的一串钻杆进行,钻柱通过旋转台 210 降低到井孔或钻孔 212 内。这里假设钻柱已暂时从钻孔 212 取出以使诸如探针或探测仪之类的钢缆测井工具本体 270 能够降低到钻孔 212 内。通常,工具本体 270 下降到所关心的区域底部并然后以基本上恒定的速度向上拉。在向上拉期间,可将包含在工具本体 270 内的仪器用来进行在与它们通过的钻孔 212 相邻的地下地层 214 上的测量。该测量数据可通信到测井设施 292 用以进行储存、处理和分析。测井设施 292 可设有用于各种类型信号处理的电子设备。在钻井作业期间(例如在钻探同时测井或 LWD 作业期间)可收集和分析类似的测井数据。

[0055] 总述

[0056] 在本说明书中,阐述了诸如逻辑执行、操作码、指定操作数的装置、资源分配 / 共享 / 复制执行、系统部件的类型和相互关系以及逻辑分配 / 整合选择之类的具体细节来提供对本发明的更透彻的理解。但是,本领域的技术人员应当理解,没有这些细节也可实施本发明的各实施例。在其它情况下,未详细示出控制结构、门电平电路和全部软件指令序列,以使本发明的各实施例更为清楚。本领域的普通技术人员利用所包括的说明无需很多试验就能够实施正确的功能。

[0057] 说明书中提到“一个实施例”、“实施例”、“示范性实施例”等,表示所述实施例可包括具体特征、结构或特性,但每个实施例不一定包括该具体特征、结构或特性。此外,这些短语不一定是指同一实施例。此外,当结合实施例描述具体特征、结构或特性时,认为在本领域普通技术人员的知识范围内能够结合明确或未明确描述的其它实施例来实现这些特征、结构或特性。

[0058] 多幅图示出根据本发明的某些实施例的系统的框图以及在地面和多个井下工具之间通信的设备。图中示出根据本发明的某些实施例的系统的流程图,流程图示出在地面和多个井下工具之间通信的运作情况。参照框图中所示的系统和设备来描述流程图的运作。但是,应当理解,流程图的运作可通过除了参照框图所述的那些之外的系统和设备的实施例来实施,且参照系统 / 设备描述的实施例可进行不同于参照流程图所描述的那些运作。

[0059] 本文所述的某些运作和所有的运作可通过硬件、固件、软件或其组合来进行。例如,可通过硬件、固件、软件或其组合来进行来自发送天线的发送的控制。为了进一步说明,可通过硬件、固件、软件或其组合来进行由接收天线所接收的电磁波的处理。在阅读和理解本发明的内容时,本领域的技术人员会理解从基于计算机的系统内可机读介质启动软件程序来执行软件程序所定义的功能的方式。本领域的普通技术人员会理解,可采用各种程序语言来创建被设计成实施或执行本文所述方法的一个或多个软件程序。这些程序可使用诸

如 Java 或 C++ 之类的面向对象语言来编制成面向对象格式。或者,这些程序可使用诸如汇编或 C 之类的过程语言来编制成面向过程格式。这些软件部件可使用本领域技术人员已知的诸如应用程序接口或包括远程过程调用的内部处理通信技术之类的多种机理来进行通信。各实施例的教示并不限于任何特定程序语言或环境。

[0060] 考虑到对本文所述各实施例的宽范围的各种改变,该详细说明仅是说明性的,而不应当认为是对本发明范围的限制。因此本发明所要求保护的是落入以下权利要求书及其同等物的范围和精神内的所有这种更改。因此,说明书和附图应当认为是示例性而非限制性的。

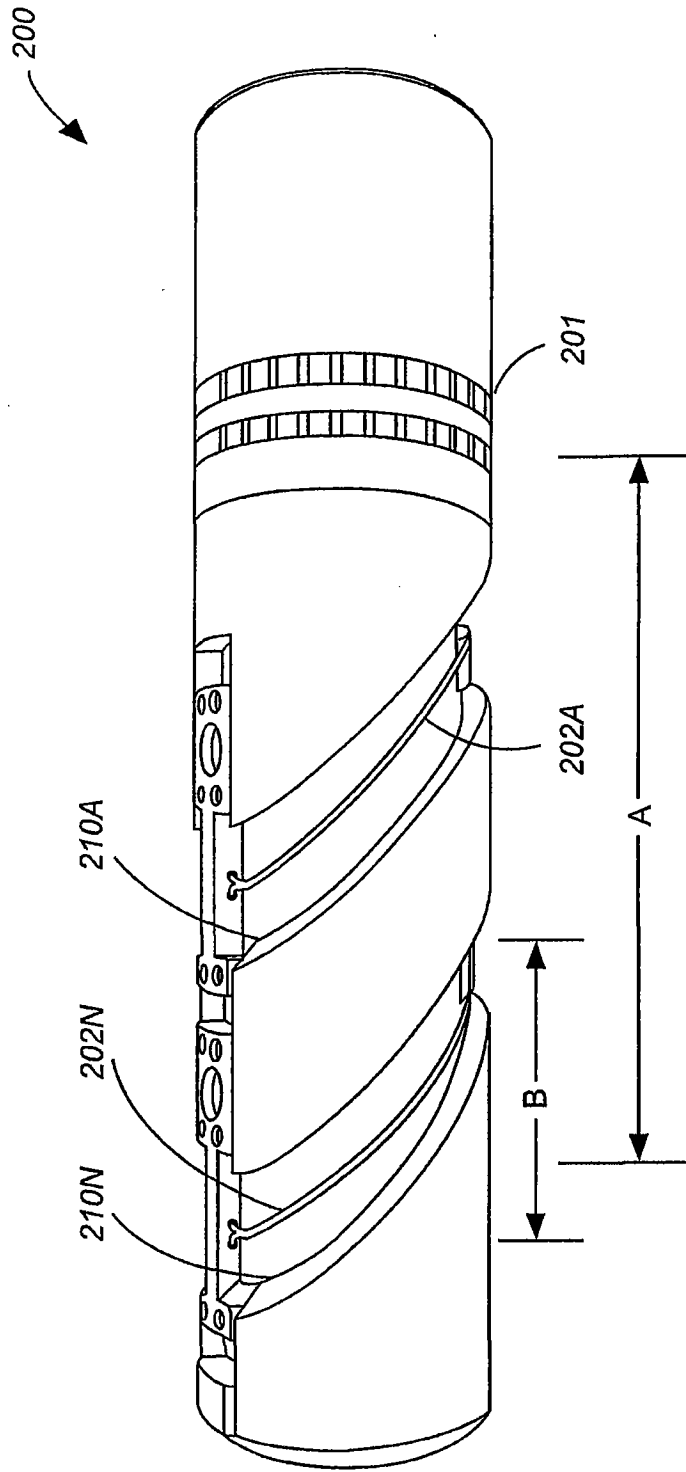


图 2

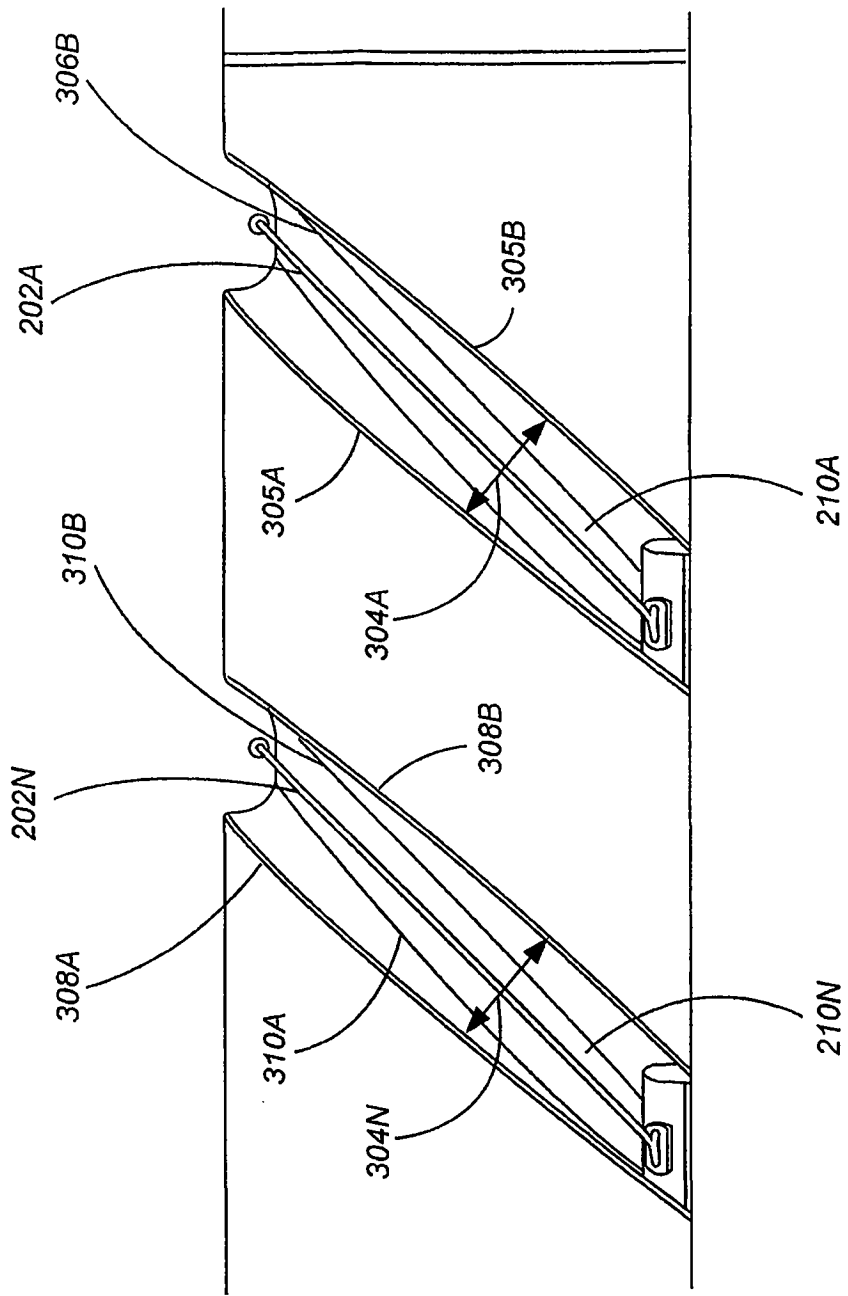


图 3

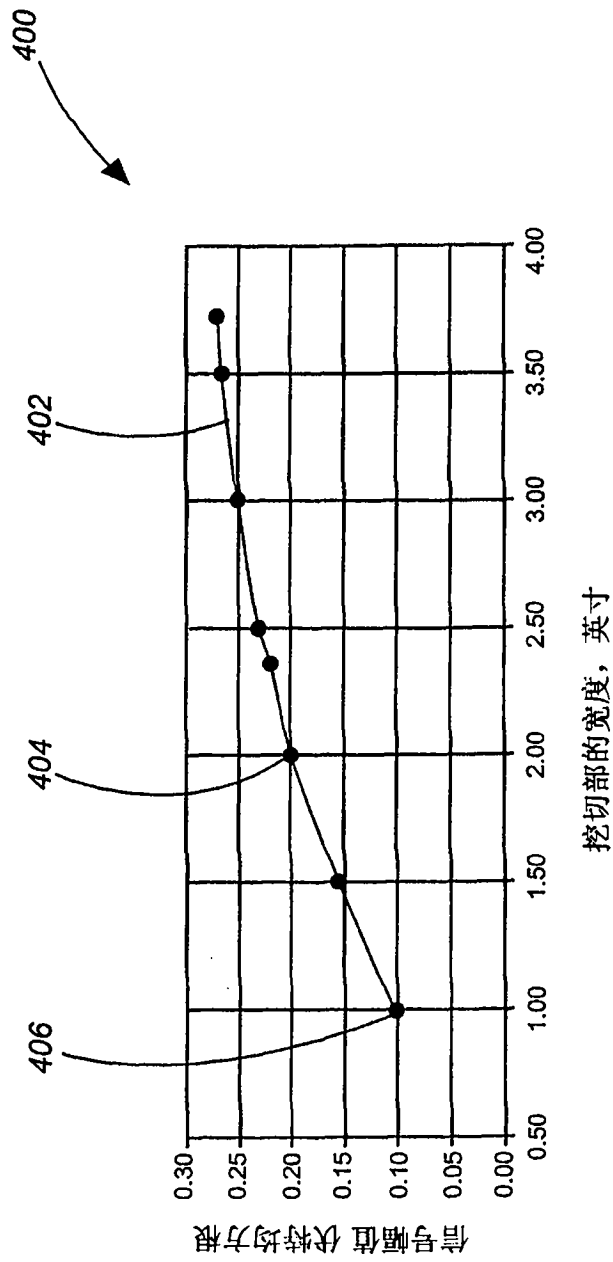


图 4

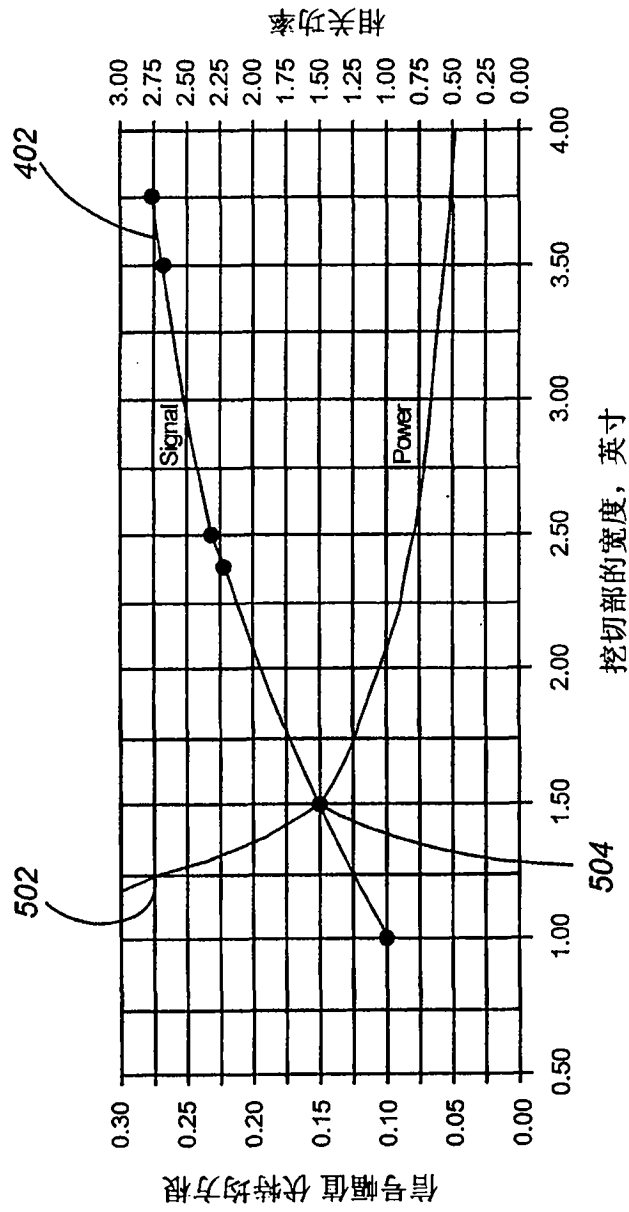


图 5

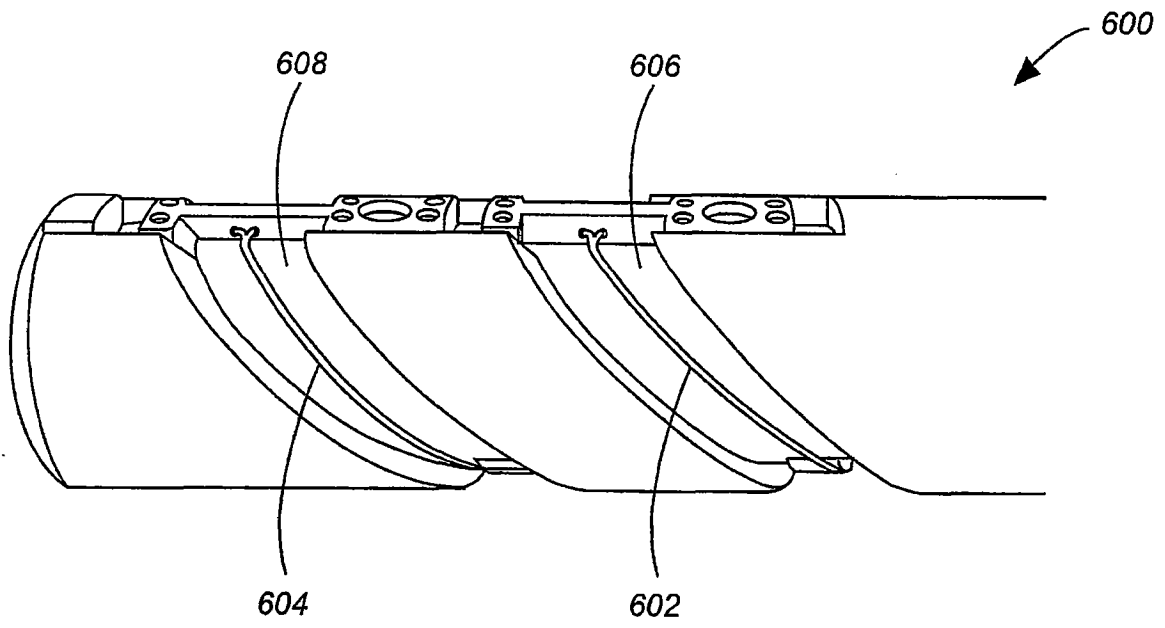


图 6

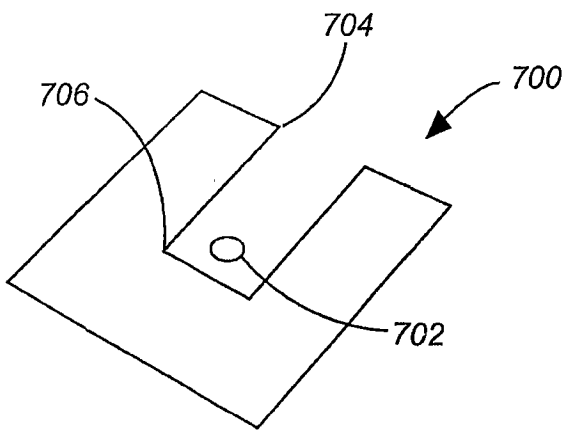


图 7

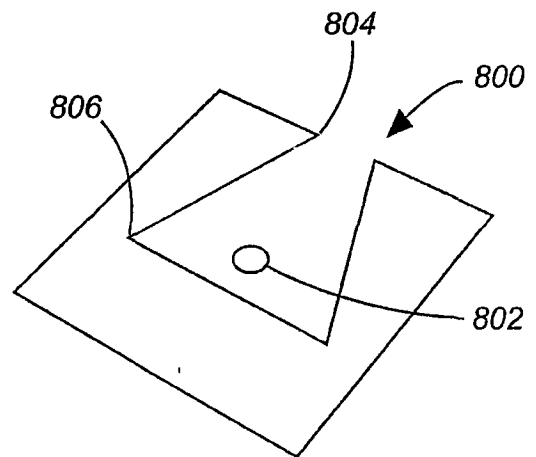


图 8

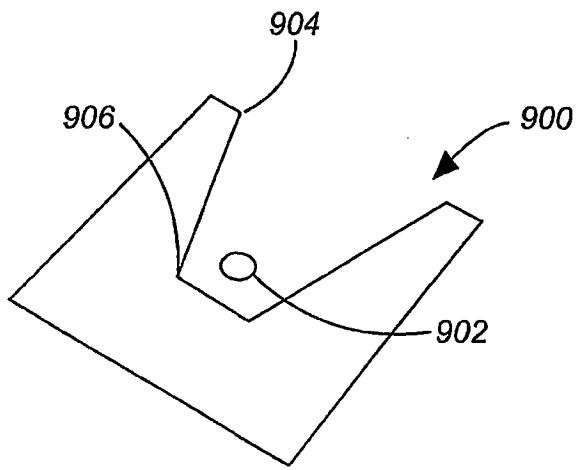


图 9

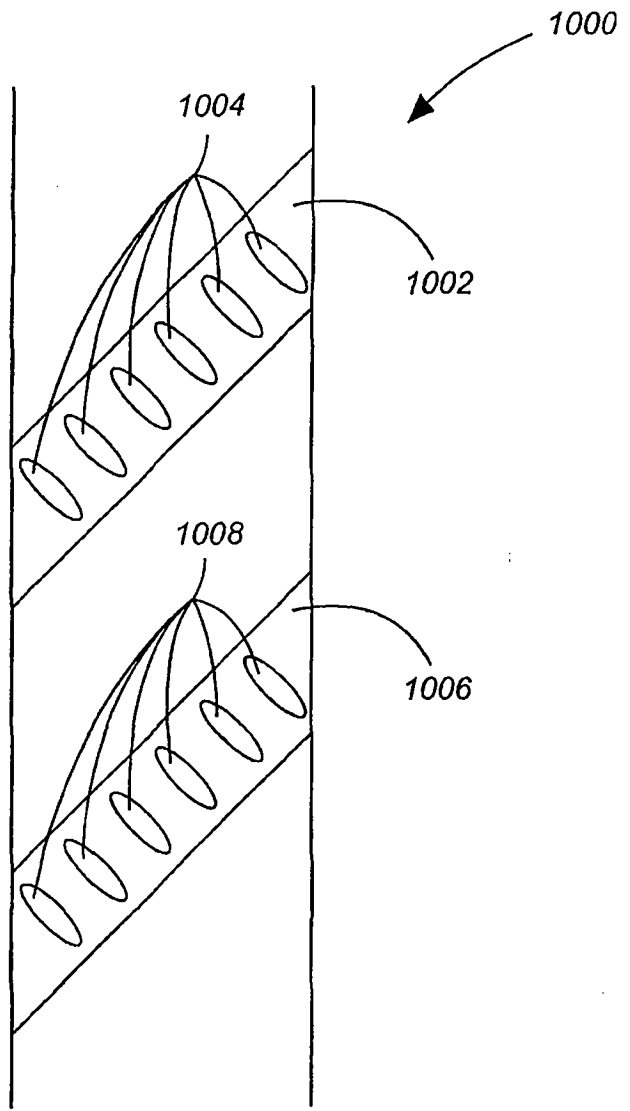


图 10

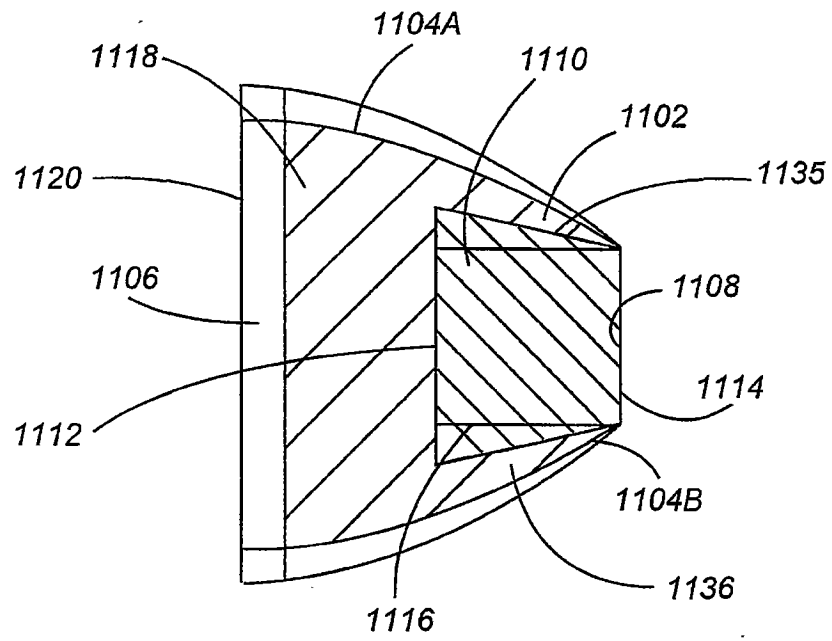


图 11

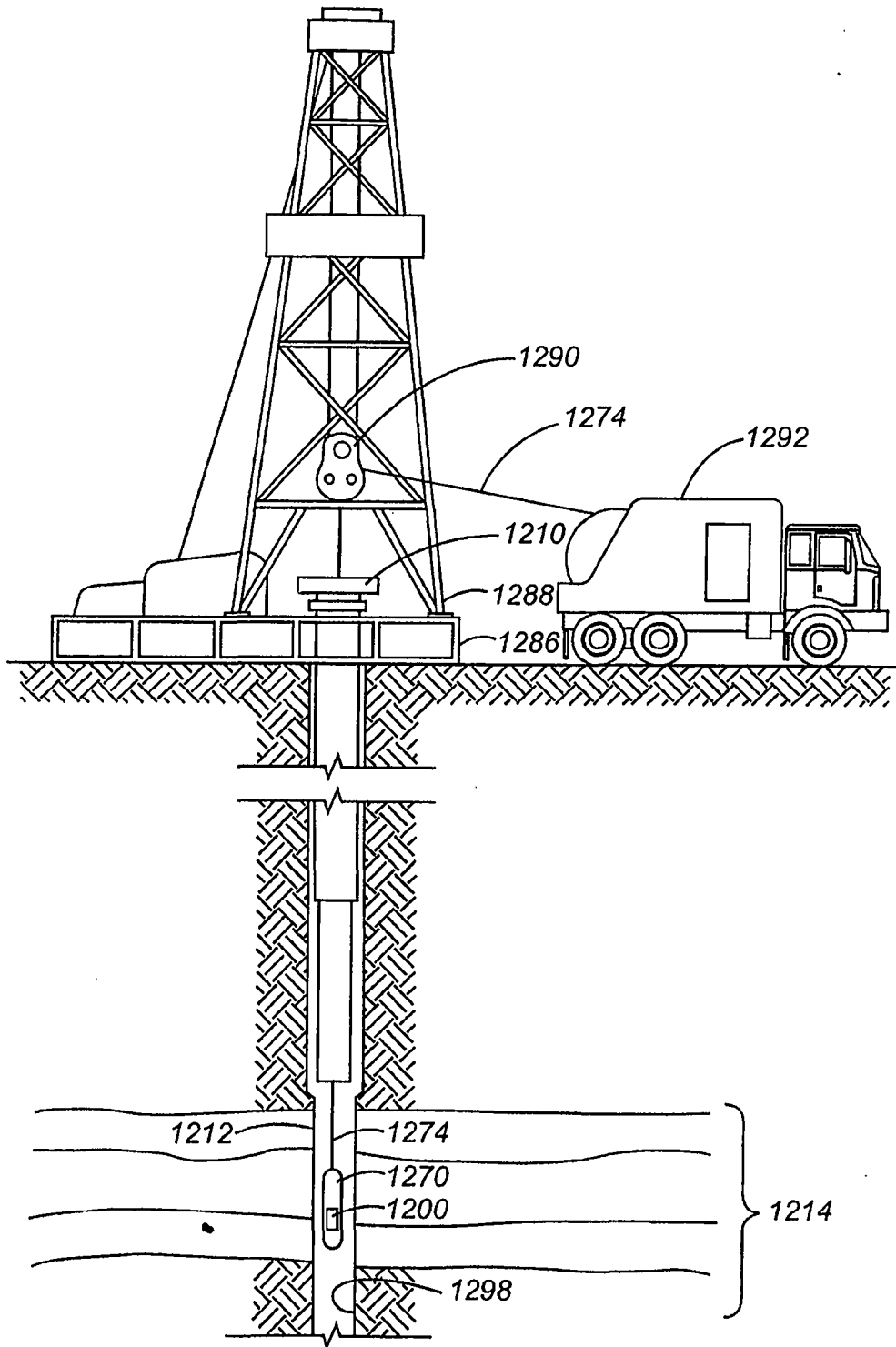


图 12