



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1723332 B

(45) 授权公告日 2010. 10. 27

(21) 申请号 03824747. X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2003. 08. 29

E21B 47/12(2006. 01)

E21B 47/09(2006. 01)

(30) 优先权数据

E21B 47/10(2006. 01)

60/407, 084 2002. 08. 30 US

60/434, 093 2002. 12. 17 US

(56) 对比文件

WO 0223169 A1, 2002. 03. 21, 全文.

WO 02057805 A, 2002. 07. 25, 说明书第 50 - 56 段, 附图 1, 4.

(85) PCT 申请进入国家阶段日

2005. 04. 28

(86) PCT 申请的申请数据

GB 2364380 A, 2002. 01. 23, 全文.

PCT/GB2003/003785 2003. 08. 29

审查员 宫剑虹

(87) PCT 申请的公布数据

W02004/020789 EN 2004. 03. 11

(73) 专利权人 高速传感器有限公司

地址 英国伦敦

(72) 发明人 罗杰里奥·T·拉莫斯

奈杰尔·莱格特

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 王景刚 王冉

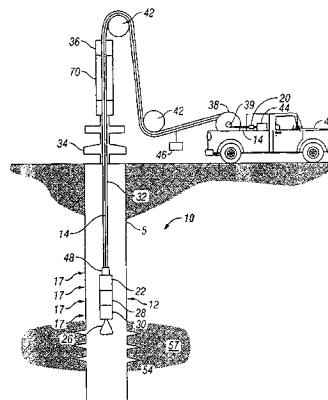
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 9 页

(54) 发明名称

采用纤维光学导线和传感器的测井系统

(57) 摘要

一种测井系统和方法, 包括测井设备, 其适于配置在井孔环境之中, 此测井设备包含至少一部传感器, 该传感器用于从事井孔环境的测定。所述传感器是纤维光学传感器, 此系统包含光学连通于所述传感器的纤维光学导线。由传感器测定的数据在实时基础上经由纤维光学导线被传送给地面。在地面处数据被处理成实时显示。在一项实施例中, 纤维光学传感器是一种不需要电力或电池电源的无源传感器。在另一实施例中, 一端在地面处而另一端在井孔中的连续管筒装接于测井设备并包含设置在其中的纤维光学导线。



1. 一种测井系统,包括:
测井设备,适于配置在井孔内并包含至少一个纤维光学传感器;
纤维光学导线,与纤维光学传感器形成光学连通;
纤维光学传感器适于通过纤维光学导线在实时基础上传送数据;
其中所述纤维光学导线是从安放在井孔地面的卷轴处配置的;
所述测井系统还包括:
光学滑环,在功能上关联于卷轴和纤维光学导线;
探测装置,在地面处装接于纤维光学导线;
此光学滑环适于光学数据传输到静力探测装置,同时其中的导管和纤维光学导线在卷轴上移进和移出井孔。
2. 按照权利要求 1 所述的系统,其中所述数据包括至少一种井孔环境测定结果。
3. 按照权利要求 1 所述的系统,其中数据包括来自测井设备的状况数据。
4. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学导线装入一平滑电缆。
5. 按照权利要求 4 所述的系统,其中测井设备装接于平滑电缆。
6. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学导线装入一编织电缆。
7. 按照权利要求 6 所述的系统,其中编织电缆还包含至少一条电气导线。
8. 按照权利要求 6 所述的系统,其中测井设备装接于编织电缆。
9. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学导线配置在一导管中。
10. 按照权利要求 9 所述的系统,其中启动信号经过导管被送出以启动至少一部安放在井下的装置。
11. 按照权利要求 10 所述的系统,其中启动信号是一液压信号。
12. 按照权利要求 11 所述的系统,其中至少一部装置是封隔器、成形弹药、流量控制阀、套筒阀、球形阀、取样器、传感器、泵具或一牵引器之中的一部。
13. 按照权利要求 9 所述的系统,其中导管是管筒。
14. 按照权利要求 9 所述的系统,其中导管是盘卷管筒。
15. 按照权利要求 9 所述的系统,其中导管配置在盘卷管筒中。
16. 按照权利要求 9 所述的系统,其中测井设备装接于导管。
17. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学导线配置得穿过装设在井口装置上的填料盒。
18. 按照权利要求 17 所述的系统,其中填料盒形成与纤维光学导线的密封。
19. 按照权利要求 1 所述的系统,其中卷轴安放在车辆上。
20. 按照权利要求 1 所述的系统,其中测井设备在同一井孔中配置和收回多次。
21. 按照权利要求 19 所述的系统,其中测井设备从多个井孔处配置和收回。
22. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学导线光连接于适于接收数据的探测装置。
23. 按照权利要求 22 所述的系统,其中探测装置处理数据。
24. 按照权利要求 9 所述的系统,其中:
发射器安放在井孔地面处;
调制器安放在井下;

发射器发射光学信号给调制器 ;以及
调制器调制光学信号从而使返回光学信号以所述数据编码。

25. 按照权利要求 1 所述的系统,其中 :

发射器安放在井孔地面处 ;

调制器安放在井下 ;

发射器发射光学信号给调制器 ;以及

调制器调制光学信号从而使返回光学信号以所述数据编码。

26. 按照权利要求 1 所述的系统,其中 :

发射器安放在井下 ;以及

发射器基于至少一个纤维光学传感器的读数经过纤维光学导线发送各光学信号。

27. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学传感器可将返回光学信号反射回探测装置,所述信号带有编码在其中的相关测定结果。

28. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学传感器包括温度传感器、压力传感器、声学传感器、套管箍定位器、流动传感器、化学性质传感器、伽马射线仪、光学流体分析器、陀螺仪、水质检测传感器、气体检测传感器、石油检测传感器、压差传感器、光谱计、倾角仪、相对方位传感器、分布式应变传感器、检漏计、加速计、音速仪、电阻传感器,或者电感传感器的至少其中之一。

29. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学导线起到分布式温度传感器的作用。

30. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学导线起到分布式应变传感器的作用。

31. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学导线起到声学阵列的作用。

32. 按照权利要求 1 所述的系统,其中许多纤维光学导线与测井设备形成光学连通。

33. 按照权利要求 1 所述的系统,其中经过纤维光学导线发送的各光学信号启动至少一部安放在井下的装置。

34. 按照权利要求 33 所述的系统,其中光电转换器接收光学信号并能够启动至少一部装置。

35. 按照权利要求 33 所述的系统,其中此至少一部装置包括封隔器、成形弹药、流量控制阀、套筒阀、球形阀、取样器、传感器、或者牵引器的至少其中之一。

36. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学传感器包括压电材料以施加应变在一段纤维光学导线上。

37. 按照权利要求 36 所述的系统,其中纤维光学传感器包括纤维布莱格 (Bragg) 光栅,该光栅设置在此段纤维光学导线上。

38. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学传感器包括涂在至少一段纤维光学导线上的磁致伸缩敷层。

39. 按照权利要求 38 所述的系统,其中纤维光学传感器包括磁体以生成磁场而导致磁致伸缩敷层施加应变在至少一段纤维光学导线上。

40. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学传感器包括旋转器,其可回应于一项井特征而转动。

41. 按照权利要求 40 所述的系统,其中纤维光学传感器还包括磁体,该磁体装接成与旋转器一起转动,该磁体在线圈中激发电能。

42. 按照权利要求 41 所述的系统,其中纤维光学传感器还包括压电材料,回应于来自线圈的电能而在一段纤维光学导线上施加应变。

43. 按照权利要求 40 所述的系统,还包括镜子,其中旋转器包括一具有至少一个孔口的器件,其中旋转器的转动导致镜子通过孔口间断地暴露于纤维光学导线中的光线。

44. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学传感器包括光谱计和折射测量装置的其中之一。

45. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学传感器包括装有某种流体的槽道和腔室的其中之一,经过纤维光学导线传送的光线通过槽道和腔室的其中之一。

46. 按照权利要求 45 所述的系统,其中纤维光学传感器还包括在槽道或腔室一侧上的第一光学纤维分段,以及在槽道或腔室另一侧上的第二光学纤维分段。

47. 按照权利要求 45 所述的系统,其中纤维光学传感器还包括靠近槽道或腔室的反射器。

48. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学传感器包括具有由多个光学纤维分段支承的块体的倾角仪。

49. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学传感器包括罗盘。

50. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学传感器包括伽马射线检测器。

51. 按照权利要求 50 所述的系统,其中伽马射线检测器包括闪烁晶体和一器件,该器件将闪烁晶体产生的光线光学转换为光信号和电信号的其中之一。

52. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学传感器包括阻抗电极。

53. 按照权利要求 52 所述的系统,其中纤维光学传感器包括压电器件,该器件回应于各阻抗电极至少之一而施加应变在一部分纤维光学导线上。

54. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学传感器包括感应线圈和一压电器件,后者回应于感应线圈的电压而施加应变在一部分纤维光学导线上。

55. 按照权利要求 1 所述的系统,还包括:

联接于纤维光学导线的第二纤维光学传感器;以及
波长分割多路器件,其使纤维光学传感器能够响应于各不同波长的光信号。

56. 按照权利要求 1 所述的系统,还包括:

联接于纤维光学导线的第二纤维光学传感器;以及
时间分割多路器件,其使在不同时刻能够连通纤维光学传感器。

57. 按照权利要求 1 所述的系统,还包括:

一井下调制器以调制纤维光学导线中的光学信号。

58. 按照权利要求 57 所述的系统,其中调制器是一光学干涉计。

59. 按照权利要求 1 所述的系统,其中纤维光学导线包含以某一斜角切割的端部。

60. 按照权利要求 57 所述的系统,其中调制器相对于纤维光学导线移动以致调制光信号。

61. 按照权利要求 57 所述的系统,其中调制器包括压电器件以在一部分纤维光学导线上施加应变。

采用纤维光学导线和传感器的测井系统

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请要求下列美国临时申请在 35 U. S. C. § 119(e) 下的权益：序列号为 No. 60/434, 093, 于 2002 年 12 月 17 日提交的题为“采用纤维光学导线和传感器的测井方法和设备”的申请；以及序列号为 No. 60/407, 084, 于 2002 年 8 月 30 日提交的题为“光学纤维输送、遥感勘测和应用”的申请，其全部内容通过引用结合在此。

技术领域

[0003] 本发明一般涉及地下油井的测井。更为具体地，本发明涉及采用纤维光学导线和各纤维光学传感器对这种油井进行测井。

背景技术

[0004] 现有技术的各种测井系统是经由电气导线和经由平滑线路 (slickline) 予以配置的。导线配置式测井系统能够通过电气导线实时传送由测井设备收集的数据。虽然导线配置式测井系统能够经由电线实时传送数据，但这种系统需要油脂注射器以确保来自井孔的压力在导线配置和使用期间被插入加压油井时不致在导线周围泄出。但是，油脂注射器是使用时有问题的器具，由于在维护和操作期间需要极大的小心，油脂注射器在压力和持续磨损下具有泄漏的趋势，以及在这种泄漏发生时形成环境风险。此外，导线配置式测井系统配置起来成本高。

[0005] 另一方面，当前的平滑线路配置式导线是由实心钢丝制成的并且不能实时传送测井数据到地面。相反，平滑线路配置式测井系统利用连接于导线下端的各存储器具。在平滑线路存储测井中，平滑线路和电池供电的各存储器具在平滑线路端部上被下放至井下，而存储器具用于记录井下测井设备数据，从而在当器具从油井收回时在地面处进行后续的下载和收集。平滑线路配置式系统的优点是，其比导线配置式系统便宜得多以及更易于配置，其可比编织电线更快地在井孔中进出，以及比较容易在井口处封堵井压。

[0006] 大多数配置在导线或平滑线路上的测井设备是电动装置。电路装置包含电子设备，后者非常灵敏并且经常在地下井孔的严酷环境中受损。此外，某些测井设备是存储器具和 / 或包括一些井下电池。通常难以遮蔽或防护这些电气部件抵挡通常出现在井孔之中的高温和高压，这些高温和高压一般会使这些设备的电气部件退化和受损。

[0007] 因而，存在着对处理上述一个或多个问题的一种装置和 / 或技术的持续需求。具体地说，现有技术会得益于一种测井系统，该测井系统具有实时传送测井设备数据到地面的能力，其与平滑线路配置式系统同样经济和同样易于配置，以及不含有电动或电池供电装置的那些不利之处。

发明内容

[0008] 本发明的一些实施例包含一种测井系统和方法，包括一适于配置在井孔环境之中的测井设备，此测井设备包含至少一个传感器，该传感器用于对井孔环境进行测量。传感器

是一纤维光学传感器而所述系统包含一纤维光学导线,该导线与传感器光学连通。由传感器测得的数据在实时基础上经由纤维光学导线被传送到地面,在此数据可以被处理成为实时显示。纤维光学传感器可以是一种无源传感器,其不需要电力或电池电能。在一个实施例中,一连续的管筒装接于测井设备并包含设置在其中的纤维光学导线,管筒的一端处在地面而另一端在井孔中。在其它各实施例中,纤维光学导线嵌置在平滑线路,编织光缆,或者电光缆之中。

附图说明

- [0009] 图 1 是本发明的测井系统的一项实施例的示意图;
- [0010] 图 2 是本发明的测井系统的另一项实施例的示意图;
- [0011] 图 3 是包含旋转器的纤维光学流动传感器的一项实施例的示意图;
- [0012] 图 4 是未起动时纤维光学套管接箍定位器的示意图;
- [0013] 图 5 是已起动时纤维光学套管接箍定位器的示意图;
- [0014] 图 6 是包含光学纤维的平滑线路的横截面示意图;
- [0015] 图 7 是编织光缆的横截面示意图;
- [0016] 图 8 是电光缆的横截面示意图;
- [0017] 图 9 是纤维光学流动传感器的另一实施例的示意图;
- [0018] 图 10 是纤维光学流动传感器的另一实施例的示意图;
- [0019] 图 11 是结合图 10 流动传感器一起使用的光学纤维的示意图;
- [0020] 图 12 是纤维光学套管接箍定位器的另一实施例的示意图;
- [0021] 图 13 是纤维光学套管接箍定位器的另一实施例的示意图;
- [0022] 图 14 是旋转器的另一实施例的示意图;
- [0023] 图 15 是纤维光学套管接箍定位器的另一实施例的示意图;
- [0024] 图 16 是纤维光学示踪剂注入器具的一项实施例的示意图;
- [0025] 图 17-18 是纤维光学光谱装置各实施例的示意图;
- [0026] 图 19-20 是纤维光学倾角仪的各个示意图;
- [0027] 图 21 是纤维光学伽马射线仪的示意图;
- [0028] 图 22 是纤维光学阻抗测定仪的示意图;
- [0029] 图 23 是纤维光学电感仪的示意图;
- [0030] 图 24 是纤维光学系统的波长分割倍增 (WDM) 装置的示意图;
- [0031] 图 25-26 是各纤维光学系统的时间分割倍增 (TDM) 装置的实施例的示意图。

具体实施方式

[0032] 图 1 示出根据本发明一示范实施例设置在井孔 5 中的测井系统 10。井孔 5 可以加上套管。测井系统 10 包括至少一部测井设备 12、至少一条纤维光学导线 14,以及至少一个纤维光学传感器 17。由传感器 17 收集的数据经由纤维光学导线 14 被实时传送到地面。其它数据,诸如设备状况报告(亦即,激活/非激活、故障、状况),也可以在实时基础上经由纤维光学导线 14 从测井设备 12 被发送至地面。

[0033] 传感器 17 可以包含但不必限于压力传感器 22,流动传感器,诸如旋转器 26、化学

性质传感器 28, 或者套管接箍定位器 30。每一传感器 17 收集其数据, 而代表数据的信号经由光学纤维 14 予以传送。各传感器 17 也可以包含其它各种纤维光学数据采集器或传感器, 即包含以下列出的一些: 光学流体分析器、伽马射线仪、温度传感器、化学性质传感器、陀螺仪、水检测传感器、气体检测传感器、石油检测传感器、声学传感器、压差传感器、光谱仪、倾角仪、相对方位传感器、分布式温度传感器、分布式应变传感器、分布式压力传感器、水声仪、加速计、声速仪、阻抗传感器, 或者电感传感器。

[0034] 在此申请中, “测井设备” 一词指的是一种可测定井孔、井孔环境、井孔流体, 或地层 (总称作“井孔环境”) 的至少一项参数的设备。同样, “测井” 一词指的是从事测定井孔环境的至少一项参数。测井可以在以下情况下进行: 设备在给定深度处保持静止不动或设备在井孔中被移上移下又同时采集数据并经由至少一条光学纤维将数据传送到地面。可以理解, “测井设备” 可以包含许多传感器, 每一个可以测定一不同的参数。此外, 带有至少一个或多个传感器 17 的多个测井设备 12, 也可以与本发明的某些实施例一起使用。

[0035] 在“实时基础”上或“实时”发送信息指的是当各种测量或其它各种事件正在进行时发送信息。不过, “实时”不要求信息在收集之后立即被发送 - 某种延搁 (由于处理、储存或其它各项任务所致) 可以出现在收集与传送之间。实时发送信息截然不同于: 在井中以及井下设备收集信息, 在井下设备中储存信息, 将井下设备收回到油井地面, 以及从设备中将储存的信息卸载到地面设备。

[0036] 在一项实施例中, 纤维光学导线 14 设置在导管 32 之内, 后者可以保护纤维光学导线 14 不受严苛的井孔流体和环境的作用。导管 32 还可保护纤维光学导线 14 不受应变作用, 不然这种应变可产生在设备和光纤管筒的配置、测井和回收作业中。测井设备 12, 以及各传感器 17, 可以装接于导管 32; 因此, 位于导管 32 之内的纤维光学导线 14 不会承受测井设备 12 的全部重量。在一项实施例中, 导管 32 是小直径管筒, 诸如 3/16 英寸, 具有壁厚大得足以支承测井设备 12 加上管筒和设置在其中的光纤的重量。在另一实施例中, 导管 32 是螺旋管柱 37 (如图 2 所示), (各) 纤维光学导线 14 设置于其中。在另一实施例 (未画出) 中, 小直径导管 32 可以配置在螺旋管柱之中。

[0037] 在一项实施例中, 导管 32 可以配置在一卷轴上以致管筒, 各光学纤维和设备可以从井中回收多次。设备随后可以在地面处脱接, 而卷轴连同管筒和各光学纤维因而可以运向其他一些油井, 在那里设备可以重新连接于管筒, 而后重新配置在一不同的井中。在一项实施例中, 导管 32 是一连续的管筒, 从地面伸向井下测井设备 12。

[0038] 井口装置 34 位于井孔 5 的顶部处。导管 32 连同其中的纤维光学导线 14 穿过位于井口装置 34 上的填料盒 36 或盘根组件以及润滑器 70。填料盒 36 形成对导管 32 的密封以便即使井孔 5 是加压的也允许安全地配置测井系统 12。

[0039] 导管 32 可以从位于车辆 40 上的卷轴 38 处展开。若干滑轮 42 可用于导引来自卷轴 38 的导管 32 经由填料盒 36、润滑器 70 和井口装置 34 而进入井孔 5。根据导管 32 的尺寸, 配置作业不需要盘卷油管装置 (如果导管 32 不是盘卷油管或不是配置在盘卷油管之内), 也不需要大型卷扬卡车。卷轴 38, 在一项示范执行中, 具有大致上 22 英寸的直径。能够连同电缆和编织电缆配置式测井系统一起采用比通常各种盘卷油管卷轴和车辆较小的卷轴和车辆可大大地降低作业的成本。在使用盘卷油管柱的实施例中, 卷轴 38 具有适当的直径以适应这种盘卷油管以及所述配置和回收设备与用于盘卷油管的配置和回收一样。

[0040] 纤维光学导线 14 连接于探测装置 44, 后者通常位于地面处并可以位于车辆 40 上。探测装置 44 接收经由纤维光学导线 14 来自于测井设备 12 的光学信号。探测装置 44, 一般会包含一微处理器和一光电装置, 光电装置发送数据 (光信号) 到一处理器, 后者处理数据并能将数据提供给地面处的用户。对供给用户的发送可以是具有计算机屏幕上的或打印出件的图形显示形式, 或者从测井设备 12 传送的原始数据形式。在另一实施例中, 探测装置 44 是一接通纤维光学导线 14 的计算装置, 诸如一笔记本电脑。在另一实施例中, 数据在地面处被传送给一网络, 诸如因特网, 并经由网络上的一部分提供给各用户。地面探测装置 44 处理来自井下测井设备和光学纤维的光信号或数据以向操作人员提供所选择的数据输出。处理可包含数据过滤和分析以便于观察数据。

[0041] 光学滑环 (转动连接装置) 39 在功能上装接于卷轴 38 并且在当卷轴正在转动和正在将管筒下入油井或将管筒提出油井时使得在纤维光学导线 14 与探测装置 44 之间的连接和动态光学连通成为可能。光学滑环 39 形成了正在随卷轴转动的纤维光学导线 14 与地面处静止不动的光学纤维之间的接口。滑环 39 因而有利于运动着的卷轴 38 中的动态运动着的光纤与地面处静止不动的探测装置 44 之间实时光学数据的传送。简言之, 滑环 39 保证了静止不动的光纤与转动着的光纤之间光学数据的传送。

[0042] 在一项实施例中, 多个纤维光学导线 14 设置在导管 32 之中。采用一条以上的纤维光学导线 14 提供了从测井设备 12 向地面实时数据传送的冗余功能, 采用多部测井设备的能力, 也增大了向井下设备和其他诸如电源这样的装置的光能传送。采用一条以上的纤维光学导线 14 还保证了单一和多种模态光纤的运用。

[0043] 在如图 6 所示的另一实施例中, 代替配置在导管 32 之内, 光纤 14 嵌置在平滑线路 100 之内。平滑线路 100 可保护光纤 14 不受严苛的井孔流体和环境的作用。测井设备 12 以及各传感器 17 装接于平滑线路 100; 因此, 光纤 14 不承受测井设备 12 的全部重量。包括与平滑线路 100 一起使用所需的井口装置在内的配置设备与用于现有技术中平滑线路各项作业中的是一样的, 包括卷轴、润滑器等等。

[0044] 在如图 7 中所示的另一实施例中, 光纤 14 嵌置在一般由诸如钢编织物的至少一层 (一般多于一层) 编织物 102 和编织物层 102 内的填充材料 104 组成的编织光缆中。填充材料 104 可保护位于其中的至少一条但有时可保护多条光纤 14。编织物层 102 和填充材料 104 可保护光纤 14 不受严苛的井孔流体和环境的作用。测井设备 12 以及各传感器 17 装接于编织物层 102; 因此, 光纤 14 不承受测井设备 12 的全部重量。

[0045] 在如图 8 中所示的另一实施例中, 光纤 14 嵌置在一电光缆之中, 后者类似于图 7 的编织光缆。不过, 在此实施例中, 至少一条电导线 106 与各光纤 14 被包容在一起。各导线 106 可以向和从作为测井设备 12 的一部分的任何电动井下工具传送电力。在一项实施例中, 各导线 106 也可以用于遥测和 / 或通讯目的。

[0046] 在如图 1 中所示的一项实施例中, 每一传感器 17 是一无源光纤传感器。在此实施例中, 光发射器 20 位于地面处 (比如在车辆 40 上), 而调制器 48 可以位于井中。地面光发射器 20 发送呈脉冲形式的光信号, 沿着纤维光学导线 14 达到各传感器 17。在包含调制器 48 在内的实施例中, 调制器 48 以从传感器 17 处传送相关数据的方式调制从地面光发射器 20 发送的光信号。一般地, 调制器 48 改变光信号的某一性质, 诸如强度、频率、极化状态、相干性或相位。换句话说, 受调制器 48 影响的经过调制的信号成为带有数据的信号。探测装

置 44(在油井地面处)接受经过调制的信号并将其转换回传感器 17 数据。在一项实施例中,每一传感器 17 具有其自身的调制器 48。在另一实施例中,一个调制器 48 关联于所有的传感器 17。在另一不包含调制器 48 的实施例中,传感器 17 将回返光信号反射回到探测装置 44,相关的测定结果在回返光信号中予以编码。相关的测定结果根据传感器 17 与被检测的井孔参数的相互作用被编码在回返光信号之中。所述数据一般作为强度、频率、极化状态、相干性或者相位方面的改变而被编码。

[0047] 在另一实施例(未示出)中,一光发射器可以位于井下。在此实施例中,井下光发射器按照各种工具所取得的测定结果经由纤维光学导线 14 发送各种光信号并达到探测装置 44。在此实施例中,井下光发射器可以联接于一井下电池以取得电力。

[0048] 在一项实施例中,调制器 48 可以是一反射器,诸如镜子或纤维光栅。

[0049] 传感器 17 可以包括旋转器 26,如图 3 之中所示。在此实施例中,调制器 48 可以是旋转器 26 的一部分。旋转器 26 的各叶片 31 位于旋转器 26 主箱壳 33 的外面,芯轴 27 连接于相对于旋转器箱壳 33 可转动安装的各叶片 31。调制器 48 在圆盘 29 上定位使得它在圆盘 29/各叶片 31 每一转动中沿着纤维光学导线 14 中地面发送的光信号路径通过。因此,例如,圆盘 29/各叶片 31 每转动一次,调制器 48 对所述光信号进行调制。探测装置 44 接收经过调制的信号(在此情况下是一经过反射的脉冲)并根据接收频率而能够算出各叶片 31 每分钟的转数。根据这一计算,探测装置 44 然后能够算出各种流体的流动或者可导致旋转器 26 转动的井孔 12 中的其他条件。因而,旋转器 26 用作一无源纤维光学流动传感器。

[0050] 图 14 示出类似于图 3 中所示的、旋转器 26 的另一实施例。区别在于,在图 14 的实施例中,圆盘 29 密封在箱壳 33 之内而各叶片 31 密封在箱壳 33 以外,以便防止井孔流体进入箱壳 33 而污染或劣化光纤 14 和光纤读出器件。重要的是,图 3 实施例的芯轴 27 用磁性圆盘器件 202 与磁性叶片器件 204 之间的磁性联接件 200 代替。磁性器件 202、204 各自可以包含一永久磁铁,其被构造和设计成让磁性叶片器件 204 的转动可引起磁性圆盘 202 的旋转。在一项实施例中,磁性叶片器件 204 具有杯状,磁性圆盘器件具有杆状,而箱壳 33 伸展在其间并因而也在这一范围内具有杯状。调制器 48 和探测装置 44 的作用方式类似于图 3 实施例。

[0051] 在另一实施例中,省略了圆盘 29 上的调制器 48。代而之,一镜子安放在圆盘 29 后面,以致圆盘 29 夹置在光纤 14 与镜子之间。圆盘 29 具有一个或多个孔口,以致随着圆盘 29 的转动,一个孔口间断地调准于光纤 14 和镜子以使得来自光纤 14 的光线经由孔口传向镜子并且使反射过来的光线经由孔口从镜子传回到光纤。这样就有效地形成一种快门效应,其中镜子间断地曝露于来自光纤 14 的光。圆盘 29 的转动速度确定了光线从镜子反射回到光纤的频率。

[0052] 图 9 表明旋转器 26 的另一实施例。在此实施例中,永久磁铁 110 装接于转动芯轴 27。固定的线圈 112 装接于箱壳 33 的内部。磁铁 110 和线圈 112 的安放和设计使得诸如叶片 31/芯轴 27 每转一圈磁铁 110 和线圈 112 二者就形成一次磁性耦合或连接。每当磁铁 110 和线圈 112 成为磁性耦合时,由这种耦合或连接产生的电信号经由导线 114 送至电压放大器 116。电压放大器 116 放大电压,然后此电压被传递到以机械方式联接于光纤 14 的压电材料 118。施加于压电材料 118 的电压导致材料 118 收缩,在光纤 14 上产生应变。因而,叶片 31 每转一圈光纤 14 置于应变之下一。对于这一实施例来说,至少一个纤维布

莱格光栅 (FBG)119 可整合于光纤 14 中。

[0053] FBG119 在每当应变施加于光纤 14 时可改变被送向井下的光信号的反射波长。波长变化然后由探测装置 44 在地面处检测出来,这种信息可以用以确定各叶片 31 每单位时间的转数,从而能够确定推动各叶片 31 的流体的流率。代替采用压电材料 118,一种压电敷层可以应用于光纤 14 以便提供所需的应变。在此实施例中,FBG119 中可以是调制器 48 的一部分。另外,一种光纤干涉仪可以用于代替 FBG。

[0054] 图 10 和 11 表明旋转器 26 的另一实施例。此实施例类似于图 3 之中所示的实施例。不过,在此实施例中,调制器 48 装在圆盘 29 的一侧 35 上。光纤 14 安装在圆盘一侧 35 与箱壳 33 之间。在一项实施例中,光纤 14 在其一端处(图 11)切成一斜角(比如 45 度角)以便在圆盘一侧 35 的方向上投射光信号。

[0055] 传感器 17 也可以包含套管接箍定位器 30,如图 4 和 5 所示。在此实施例中,套管接箍定位器 30 包含磁性器件 31,每当套管接箍 33 经过磁性器件时,该磁性器件被启用。图 4 图示磁性器件 31 未被启用时的套管接箍 30。如图 5 所示,定位器 30 配置得以致每当磁性器件 31 被启用时,调制器 48 被促动或被推移以调制沿纤维光学导线 14 向下发送的光信号。比方,调制器 48 可以被促动以与纤维光学导线 14 对齐且每当磁性器件 31 检测到套管接箍 35 时将光信号反射回去。因而,每当定位器 30 经过套管接箍 33 时,探测装置 44 接收经过调制的信号(经过反射的脉冲)。探测装置 44 然后确定测井设备 12 所经过的各套管接箍 33 的位置。

[0056] 图 12 表明套管接箍定位器 30 的另一实施例。在此实施例中,永久磁体 120 和线圈 122 固定地安装在箱壳 124 的内部。光纤 14 可以穿过磁体 120 和线圈 122,后面二者都可以是环形的。当套管接箍定位器 30 配置在井孔中时,它将经过多个套管接箍。每当定位器 30 经过一个套管接箍,此套管接箍与磁体 120 和线圈 122 将成为磁性耦合的,这会导致生成电信号,该电信号经由导线 126 被发送到电压放大器 128。电压放大器 128 放大电压,此电压然后被传递到以机械方式联接于光纤 14 的压电材料 130。施加于压电材料 130 的电压导致在光纤 14 上造成应变的材料 130 的收缩。因而,光纤 14 针对每一被感测的套管接箍被置于应变之下一。对于这一实施例来说,至少一个纤维布莱格光栅 (FBG) 132 可以结合于光纤 14 中。FBG 132 在每当应变施加于光纤 14 时可改变被送向井下的光信号反射波长。波长变化然后由探测装置 44 在地面处检测出来,这种信息可以用于确定各受到检测的套管接箍的位置。代替采用压电材料 118,一种压电敷层可以应用于光纤 14 以提供所需的应变。在此实施例中,FBG119 可以是调制器 48 的一部分。

[0057] 图 13 表明套管接箍定位器 30 的另一实施例。此实施例包含永久的、固定磁体 140 和活动磁体 142。固定磁体 140 和活动磁体 142 设计得以致每当定位器 30 通过一个套管接箍时活动磁体 142 相当于固定磁体 140 移动,且一磁性连接或耦合形成在套管接箍与磁体 140、142 之间。活动磁体 142 固定于包含调制器 48 的器件 144。调制器 48 可以包含一些交替设置的黑白导线。光纤 14 设置在箱壳 146 之内,以致其端部面对器件 144 和调制器 48 的侧面。光纤 14 端部受到切割使得光信号指向调制器 48,如图 11 之中所示。当活动磁体 142 移动时,调制器 48 也移动,这导致各黑白导线也相对于光纤 14 移位。各黑白导线中的移位和移动导致经过反射的光信号也被调制。因此,在地面处,每当探测装置接收到经过如此调制的反射光信号时,操作人员可以确定某一套管接箍的位置。弹簧 148 可以用以

将活动磁体 142 和器件 144 保持在静态位置上。代替各黑白导线,调制器 48 可以包含各种其他颜色或形状以提供运动的指示。

[0058] 另外,图 13 的调制器 48 可以是一个带有一个或多个孔口的平板,平板由于移动磁体 142 的移动是可以移动的。一镜子相对于光纤的端部调准,而平板设置在镜子与光纤之间。随着平板的移动,平板上的一个孔口与镜子和光纤端部排成一线,以致光线可以经由孔口从光纤传向镜子,而反射光线可以经由孔口从镜子传向光纤。这样就有效地形成一种由活动磁体 142 的移动所控制的光线快门效应,此时发射的光线(来自光纤)和反射的光线(来自镜子)被允许间断地穿过移动平板的孔口。

[0059] 图 15 表明套管接箍定位器 30 的另一实施例,包含永久磁体 150,该磁体可产生如附图标记 152 所示的磁场。光纤 14 敷有一磁致伸缩敷层,该层由一种磁致伸缩材料构成(比如镍)。在存在强磁场时,磁致伸缩材料在磁场之方向上稍有缩紧。磁致伸缩敷层的缩紧导致应变施加于光纤 14 上,后者装有 FBG154 以回应于由磁致伸缩敷层施加于光纤 14 的应变来改变光信号的反射波长。

[0060] 取决于传感 17 的类型,此系统可以采用多种其他类型的纤维光学测定、传感和传送技术。比方,化学传感器可以包含涂有或敷以某种特殊反应剂的纤维光学导线,此种反应剂只在接触一种目标流体或化学品(诸如硫、水或硫化氢)时才发生反应。反应剂的反应然后导致纤维光学导线 14 上的特定变化,这又接着导致经由纤维光学导线 14 由传感器 17 使之从井下环境返回到地面的光信号上的特定变化(诸如在强度、频率、极化状态或相位方面的变化)。探测装置 44 接收这种返回光信号并通过确定由传感器 17 加在返回光信号上的特定变化而辨识来自传感器 17 的相关信息。纤维光学压力传感器以类似的方式发挥作用。

[0061] 纤维光学导线 14 也允许沿着设置在导管 32 内的纤维光学导线 14 或多个纤维光学导线的长度取得分布式温度测定结果(图 1)。通常,固定波长的光脉冲经由纤维光学导线 14 从光发射器 20 发射出去。光线在纤维光学导线 14 之内经过反向散射并返回到地面设备 44。了解光的速度和返回信号的到达时刻就能够确定其沿着纤维光学导线 14 的原点。温度可激发纤维光学导线 14 中硅分子的能级。经过反向散射的光线包含上调和下调波段(诸如反向散射光谱的 Stokes Raman 和反 Stokes Raman 两部分),它们可予以分析以确定原点处的温度。这样,可以由设备 44 算出纤维光学导线 14 中每一回应测定点的温度,提供出沿着纤维光学导线 14 长度的一条完整的温度分布图线。纤维光学导线 14 连接于一分布式温度测定系统接收器,它可以是探测装置 44 之内的一个组件和可以是一光学时域反射测量装置。纤维光学导线 14 可以同时地用作测井设备 12 的数据传送器、井下工具起动信号传送器(即将说明),以及分布式温度测定结果传感器/传送器。在另一实施例中,纤维光学导线 14 可以用于沿着(各)纤维光学导线 14 的长度取得分布式应变测定结果。(各)纤维光学导线 14 也可以用于支持其他检测技术,诸如分布式或多点式应变和/或温度,或者甚至声学阵列。

[0062] 注意,如果测井设备 12 中采用多于一个的传感器 17,纤维光学导线 14 可能必须分解成为多个纤维光学导线,各自连接于不同的传感器 17。或是波长分割倍增(WDM)或时间分割倍增(TDM)可以用于询问这种结构中的各传感器 17。一些光学联接器也可以用于促进这种结构。在另一实施例中,一单独的纤维光学导线 14 用于每一传感器 17,而每一纤维光

学导线 14 设置在导管 32 之中。

[0063] 在—项实施例中,导管 32,其中带有纤维光学导线 14,也可以用以驱动各井下装置。导管 32 可以用流体加压,其中加压流体可驱动各井下工具,诸如封隔器 50 或射孔枪 52(见图 2)。起动信号可以是某一槛值以上经由导管 32 传送的施加压力或具有特定标记的压力脉冲。井下工具包含—信号接收器,诸如棘齿机构、剪切销式引爆箱或压力变换器,该信号接收器可接收起动信号并在由接收器接收到正确信号时起动井下工具。比方,封隔器 50 可以起动以压紧和密封井壁,或者此后,以解除压紧和解除密封井壁。另外,射孔枪 52 可以起动以射出成形弹药 55 并在井孔之中造成各穿孔 54。其它可以起动的井下工具包含流动控制阀,其包括套管阀和球形阀、取样器、传感器、泵具或牵引器。

[0064] 在另一实施例中,上述井下工具可由通过纤维光学导线 14 的光学信号所起动(代替通过导管 32 的压力信号)。在这个实施例中,井下工具在功能上连接到纤维光学导线 14,从而使特定的光学信号频率、信号、波长或强度起动井下工具。可使用—光电转换器以利于光学信号的接收以及将光学信号转换成用于井下工具的起动能量。这种光电转换器可以将光学能量转换成电能甚至是机械能。在另一个相关的实施例中,井下工具连接到—纤维光学导线 14,该导线不用于向地面进行测井数据的传送。

[0065] 在另一实施例中,通过导管 32 的压力脉冲和通过纤维光学导线 14 的光信号二者都可以被发送以起动井下工具。在—项实施例中,通过导管 32 的压力脉冲和通过纤维光学导线 14 的光信号可以同时被发送以起动不同的井下工具。在另一实施例中,呈光信号形式的数据可以在压力信号通过导管 32 被传送的同时通过纤维光学导线 14 被传送。在另外的实施例中,呈光信号形式的数据和呈光信号形式的起动指令可以同时通过纤维光学导线 14 被发送。

[0066] 所附各图表明测井系统 10 用于—陆地油井。不过,测井系统 10 也可以用于平台上或位于海底的海上油井。

[0067] 在操作中,且与图 1 和 2 相关,操作人员首先将填料盒 36 和润滑器 70 连接在井口装置 34 的顶部上并开始从卷轴 38 处展开导管 32 而配入井孔 5。如前述,填料盒 36 密封导管 32 的外壁而使得能够将测井系统 10 配置在加压的井孔 5 中。—般,测井设备 12 被下放到井中的适当深度而各传感器 17 随着各种工具在井中移动而采集有关的读数。在另一实施例中,各种工具保持静止不动并在油管、工具和光纤在井中静止不动的时候收集数据。在纤维光学导线 14 在导管 32 就位之后才予以配置的实施例中,泵具 46 被起动而泵送的流体起到沿导管 32 向下拖曳纤维光学导线 14 的作用。

[0068] 地面光发射器 20 将未经调制信号发送给测井设备 12。在包含调制器 48 的实施例中,调制器 48 调制信号以便将数据编码到返回探测装置 44 的信号上去。在不包含调制器 48 的实施例中,传感器 17 将返回光信号连同编码在其中的有关测定结果—起反射回探测装置 44。在二者之中的—情况下,由测井设备 12 测得的数据被实时发送给探测装置 44。

[0069] 测井设备 12 可以下放使得旋转器 26 和其他传感器 17 邻近各穿孔 54 和地层 57 以便获得邻近这些穿孔 54 和地层 57 的各种参数的精确和实时数据。在纤维光学导线 14 也用作—种分布式温度测定系统的实施例中,分布式温度测定结果可以用于近似地确定沿着井孔与长度(包括跨越各不同穿孔)的流动,由于流动可起到改变沿着井孔并因此沿着纤维光学导线 14 的温度的作用。另外,这种沿着井孔的推断出来的分布式流动图型随后可以

与位于导管 32 下端上的旋转器测井工具联系起来。采用分布式温度测定结果以近似地确定流动可向操作人员指明井孔 5 中哪些区域或穿孔应当与测井设备 12 联系起来,诸如通过采用旋转器 26 取得真实流动测定结果。套管接箍定位器 30 可以用于确定各套管接箍的位置并因此确定测井设备 12 的深度。

[0070] 诸如封隔器 50 和射孔枪 52 的各种井下工具可以在任一地点借助于通过导管 32 的压力信号或液压式传送的能量或者通过纤维光学导线 14 的光信号予以起动。能够射穿地层且在同一行程中探测有关地层,可节省时间和金钱。

[0071] 一旦完成了测井作业,通过反转卷轴 38 将测井设备 12 提起。适当的是,卷轴 38 和导管 32 的相对尺寸使得能够反复和简易地配置和收回测井设备 12。安放卷轴 38 在车辆 40 上或另外使卷轴轻便一些使得测井系统 10 能够用在多个井孔之内。

[0072] 在一些实施例中利用全光学系统(纤维光学传送导线 14 和各传感器 17),可以避免电气装置的受损。这在高温、高压油井中是特别有益的,由于这种情况对于电动装置都是极为严苛的。与电动工具相比,全光学系统的附加好处包括:光学设备对在运向或配入井孔期间所遇到的震动或振动非常不敏感,光学设备较轻,以及光学设备可以成本较低。在其他一些实施例中,采用光和电两种部件。

[0073] 按照另一实施例,示踪剂注入器 300(示于图 16 中)可以通过使用光纤 302 予以控制。光纤 302 的端部联接于转换器 304,后者可将光能转换成电能或机械能。任由选择地,设置滤光器 304 以滤出不需要的光信号,诸如不具有特定波长或某些波长的光信号。转换器 304 联接于阀门 306 以控制阀门 306 的运作。阀门 306 控制经过一穿过示踪剂注入器 300 的箱壳 310 的开孔 308 的连通。在示于图 16 的关闭位置上,阀门 306 可防止示踪液经由开孔 308 从槽道 314 流向外部环境。示踪液盛放在一个由箱壳 310、壁板 316 和活塞 318 限定的腔室 312 中。

[0074] 活塞 318 可以沿着示踪剂注入器 300 的纵向(如上所示)移动。弹簧 320 施加力作用于活塞 318 从而将压力施加于腔室 312 内的示踪液。任由选择地,开孔 322 设置得能使外部井孔压力传送到弹簧 320 设置所在的腔室 324 中。外部井孔压力施加静水压力作用于活塞 318。弹簧 320 定位在活塞 318 与固定壁部 326 之间。

[0075] 在操作中,回应于沿着光纤 302 向下传送的光信号,转换器 304 转换信号以导致阀门 306 开启而允许腔室 314 之中的示踪液流出开孔 308 而进入周围的井孔环境。示踪剂注入器 300 下放到特定的井孔区间,在此处阀门 306 被开启以将示踪液注入井孔流体。这样允许油井操作人员追踪井孔中的流体流动。

[0076] 示于图 16 之中的工具的一种改型可以用于收集样本。在一取样器中,代替弹簧 320 施力于移动的活塞 318,可以设置一气室来代替弹簧 320,以致当阀门 306 开启时,外部井孔流体将导致活塞 318 对着气室移动而使得井孔流体能够进入腔室 312。在收集到流体样本之后,阀门 306 可以关闭(回应于沿着光纤 302 向下传送并由转换器 304 接收的光信号)。

[0077] 另外,一种光纤取样器不包含如上述的光纤取样器之中的可移动活塞。相反,此取样器包含内为真空的瓶器或腔室。当由沿光纤向下传输的光信号予以控制的阀门被开启时,井孔流体冲进瓶器,而后阀门可以关闭。

[0078] 按照另一实施例,光谱仪 400 包含光纤 402 和槽道或腔室 404,后者装有将会利用

光谱学予以分析的流体。光纤 402 具有由联接器 406 联接于第二光纤分段 408 的第一分段 404。第二光纤分段 408 联接于流体槽道或腔室 404，而第三光纤分段 410 联接于流体槽道或腔室 404 的另一侧。延迟器件 412 任由选择地设置在第三光纤分段 410 中以形成返回地面光线的某种型式的延迟。

[0079] 在操作中，输入光线被传送而经过从光纤分段 404 转移到第二光纤分段 408 的光纤 402。输入光线穿过流体槽道或腔室 404。各不同类型的流体有区别地吸收或削弱各不同波长的光线。在穿过流体槽道或腔室 404 之后，经过削弱或经过调制的光线前行而通过光纤分段 410，穿过延迟器件 412（如果存在的话），以及经由联接器 406 被传输回到第一光纤分段 404。经过削弱或经过调制的光线沿着光纤 402 向上被传送回到地面。

[0080] 在示于图 18 之中的光谱仪的一项不同实施例中，代替采用图 17 的配置，光纤 420 在其端部处装接于流体槽道或腔室 422。镜子或其它类型的反射装置 424 设置在流体槽道或腔室 422 的另一侧上。沿着光纤 420 向下传送的光线穿过流体槽道或腔室 400 中的流体，并由镜子或其它反射装置 424 反射回来经过槽道或腔室 422 而回到光纤 420。经过削弱的光线（已经穿过槽道或腔室 422 两次）被传送回到地面用于处理。

[0081] 在又一另外的实施例中，一种折射测定仪通过将光纤一端安放到流体中而予以设置。光线经由光纤被传送到流体里面。由流体反射的光量正比于流体相对于光纤的折射指数或正比于光纤前面的光窗。测得的折射指数提供对所述流体类型（比如气体或液体）的指示。

[0082] 按照又一另外的实施例，图 19 示出倾角仪 440，该倾角仪用于检测倾角仪 440 装接所在的一串工具的倾角。倾角仪 440 包含块体 442，该块体装接于光纤分段 444、446 和 448（图 20）。块体 442 的另一侧也以类似方式连接于各光纤分段。光纤分段 444、446 和 448 可以是部分的同一光纤，或者部分的不同光纤。为了使得各光纤分段以图 19 和 20 中示出的方式装接于块体 442，单独一根光纤穿通块体 442 和壁板 451 上的孔口。光纤（在 450 处）回送并穿通壁板 451 且在不同的部位处穿通块体 442。多次重复穿通可形成图 19 和 20 之中所示的多个光纤分段。块体 442 和装接的各光纤分段位于由箱壳 454 和壁板 456 与 452 限定的腔室 452 之中。

[0083] FBG 458、460 和 462 设置在每一相应的光纤分段 444、446 和 448 上。块体 442 的各不同取向导致各不同的应变加在光纤分段 444、446 和 448 上，这导致 FBG 458、460 和 462 有区别地调制穿过相应各分段的各光信号。

[0084] 在又一另外的实施例中，有可能以光学方式确定工具的主轴线相对于磁力的位置。这可以通过采用磁致伸缩材料予以实现，即以光学方式询问罗盘或以磁性方式询问罗盘并以类似于上述各套管接箍定位器的方式将信号编码于光纤。

[0085] 图 21 表明伽马射线检测器 600，其包含箱壳 602，该箱壳内装闪烁晶体 604 和光纤分段 606。闪烁晶体 604 可将伽马射线量子转换为光量子。不过，由闪烁晶体 604 生成的光量子是比较经由光纤传送的红外波段信号短的波长信号。按照本发明的一些实施例，由闪烁晶体 604 生成的光量子由检测器 608 转换为或是电信号或是光信号。如果转换为光信号，此光信号适于经过光纤 606 被传送回到地面。不过，如果检测器 606 将出自闪烁晶体 604 的光量子转换为电信号，此电信号被提供给一光发射器或调制器 610。如果给一调制器，则从地面沿着光纤 606 向下传送到调制器 610 的发射的光信号以某种方式被改变或调制并被

反射回到地面。不过,如果采用一光发射器,则由检测器 608 提供的电信号用于控制由光发射器产生并经过光纤 606 传送回到地面的光信号。

[0086] 按照另外的各实施例,阻抗测定仪 620 包括箱壳 622,内装光纤 624 和 626,以及电极 628、630、632 和 634,用于测定周围地层的电阻率。光纤 626 接收由地面发射的光线,同时发射的光线由检测器 628 接收而将光信号转换为电信号。电信号提供给电极 628 和 634,后者产生进入周围地层的电流。电流由电极 630 和 632 接收,而电流具有由周围地层的电阻率确定的特性。由电极 630 和 632 接收的电流被转换为激发压电 (PZT) 器件 636 的电压。压电器件 636 设置得靠近光干涉仪 642,后者位于 FBG 638 与 640 之间。光干涉仪 642 导致光纤 624 中光信号路径长度上的变化。这种调制能使地面设备检测正在受测的某一地层的电阻率。除了测定地层电阻率,测定仪 620 还可以用于确定多相流动、腐蚀监视以及其他之中的水容积份额估量。

[0087] 在如图 22 所示的另一实施例中,代替采用各电极来测定电阻率或其他特性,采用了感应线圈 650、652、654 和 656。在此实施例中,光纤 658 传送光线向下达到光纤端部,由检测器 655 接收。检测器 655 将光信号转换为电信号,导致感应线圈生成磁场。生成的磁场具有依赖于周围地层电阻率的特性。磁场由联接于压电器件 660 的感应线圈 650 和 652 予以检测。压电器件 660 可调制设置在 FBG 664 与 666 之间的光干涉仪 662。这种调制因而由依赖于周围地层电阻率的磁场予以控制。

[0088] 在另外一些实施例中,光纤技术可以用在其它场合。比如,一组 FBG 传感器可以添加于光纤中以提供多点温度、应变、压力、声压和多种其他测量结果。另外,光纤陀螺可以用于协助有导引地进入各种复合式油井。另外,可以采用若干种类的光学水声仪和加速仪。

[0089] 在又一另外的应用中,可以采用水声仪或加速仪的组合,带有由光线供能以产生诸如“砰声”的声学信号的各压电变换器。作为一个事例,这样能够利用音速仪来测定音速。

[0090] 为了加强灵活性,一组传感或其他装置可以联接于一根光纤,同时设置各滤光器以使得每一传感器或装置能够在不同的波长下工作。比如,如图 24 之中所示,光纤 800 联接于多路器 / 多路信号分离器 802。多路器 802 有效地内装各滤光器以发送具有第一波长 (λ_1) 的光信号经过第一光纤分段 804,发送具有第二波长 (λ_2) 的光信号经过第二光纤分段 806,发送具有第三波长 (λ_3) 的光信号经过第三光纤分段 808,发送具有第四波长 (λ_4) 的光信号经过第四光纤分段 810,以及发送具有第五波长 (λ_5) 的光信号经过第五光纤分段 812。不同的传感器或装置可以连接于不同的光纤分段 804、806、808、810 和 812 以使得这些装置在不同的波长下工作。

[0091] 图 25 表明时间分割多路 (TDM) 配置,其中光脉冲用以询问多个传感器或装置。TDM 依靠于在不同时刻向不同的传感器和装置发送光信号。如图 26 之中所示,这是通过沿着一段光纤 826 设置延迟器件 820、822 和 824 来实现的。分流器 828、830、832 和 834 联接于相应的各装置或传感器以发送光信号到这些装置或传感器。因而,从油井地面发射的光信号被提供给联接于第一分流器 828 的传感器或装置。这种信号由延迟器件 820 使之延迟,而第一延迟光信号由联接器 830 传递到其相应的传感器或装置。针对其余的各延迟器件和联接器,这一过程一再重复。

[0092] 图 26 示出不同的 TDM 配置,其中接收光信号而光纤分段 840 联接到四个分段 842、844、846 和 848。第一光纤分段 842 不具有延迟器件。第二光纤分段 844 具有一个延迟器

件 850。第三光纤分段 846 包含两个延迟器件 852。第四光纤分段 848 具有三个延迟器件 854。

[0093] 虽然本发明已经相对于有限数量的实施例予以阐明,但得益于本公开内容的本领域技术人员将会从中意识到许多修改和变更。所希望的是,各项权利要求可概括属于本发明真实精神和范畴之内的所有这种修改和变更。

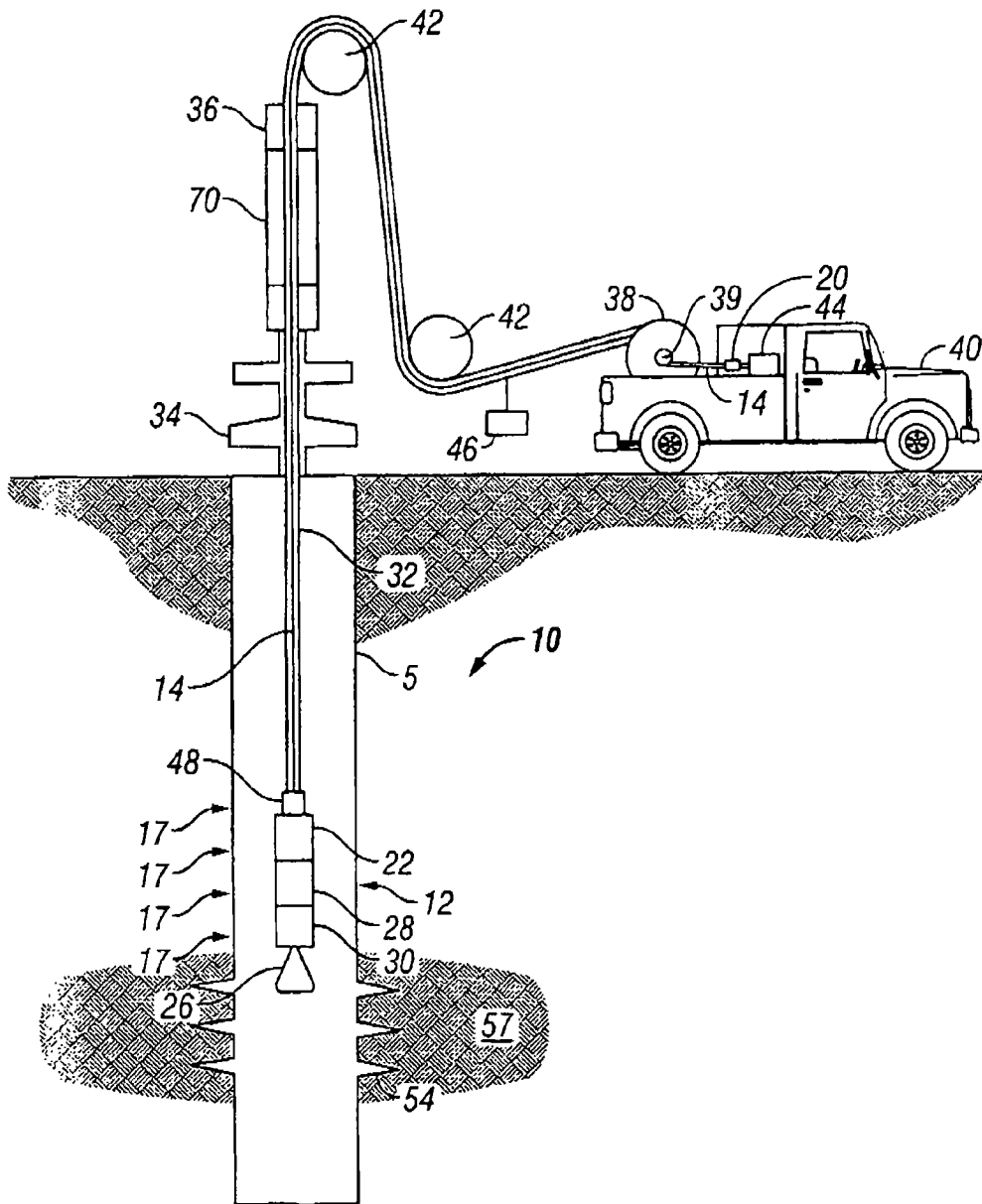


图 1

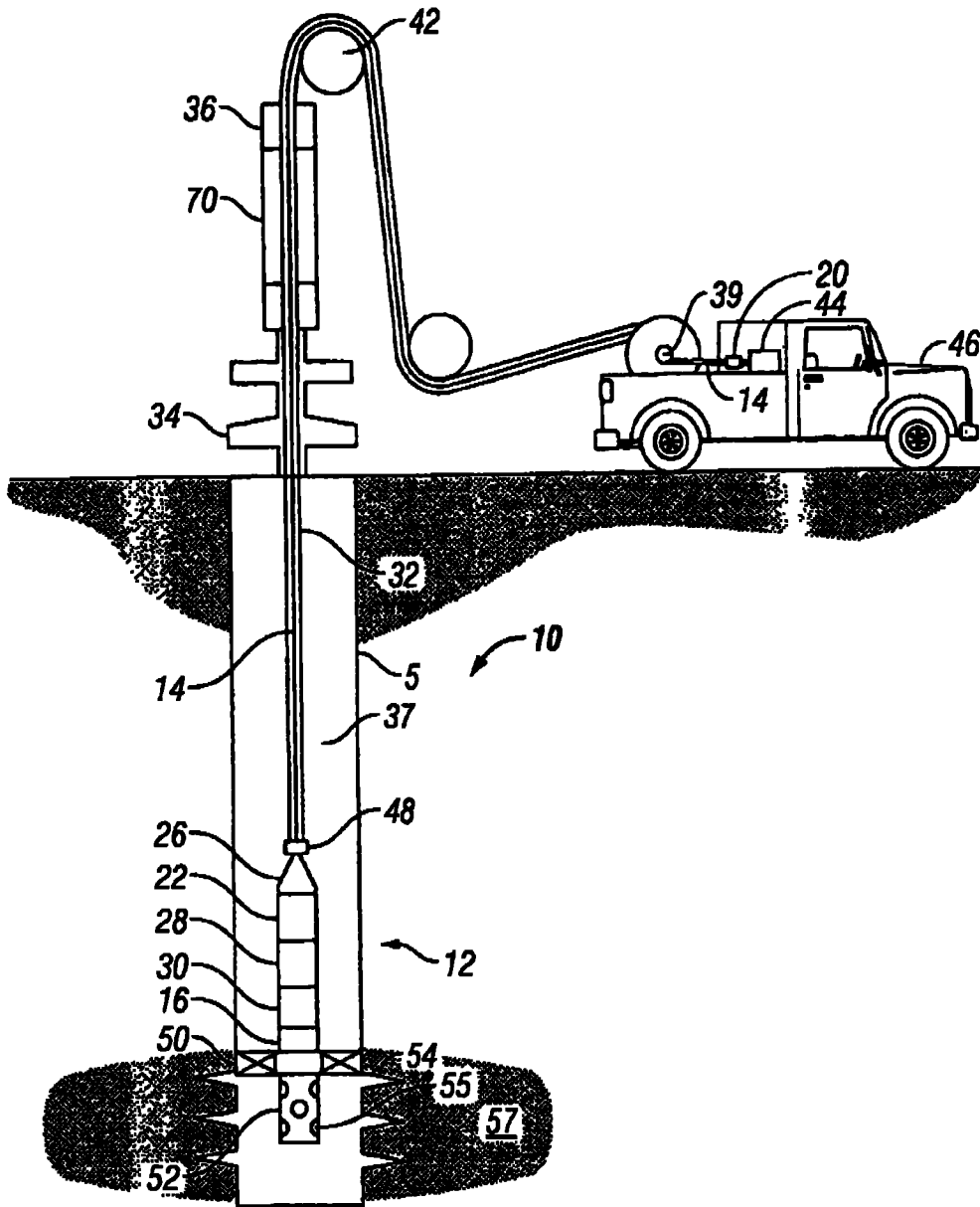


图 2

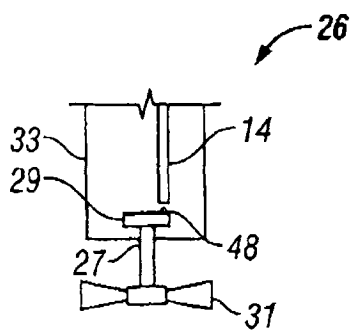


图 3

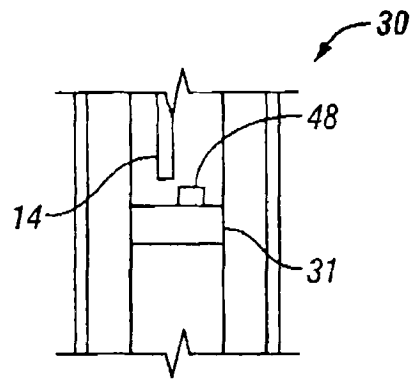


图 4

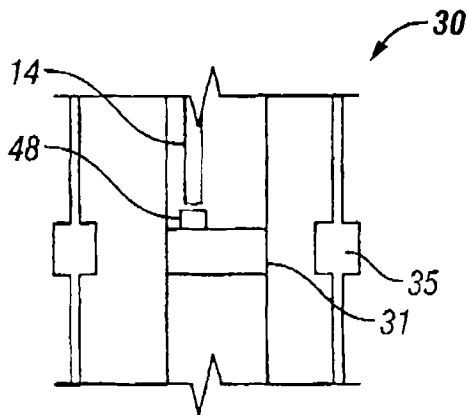


图 5

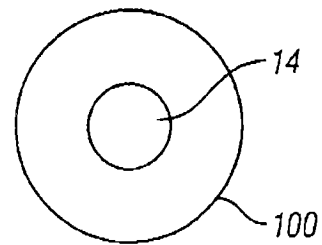


图 6

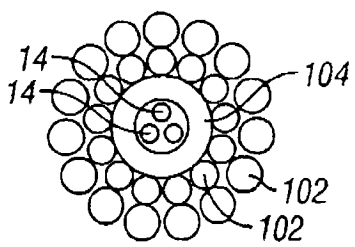


图 7

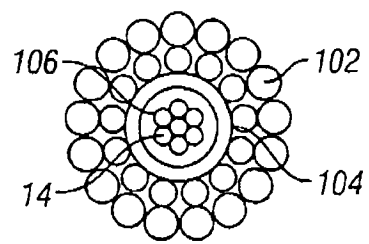


图 8

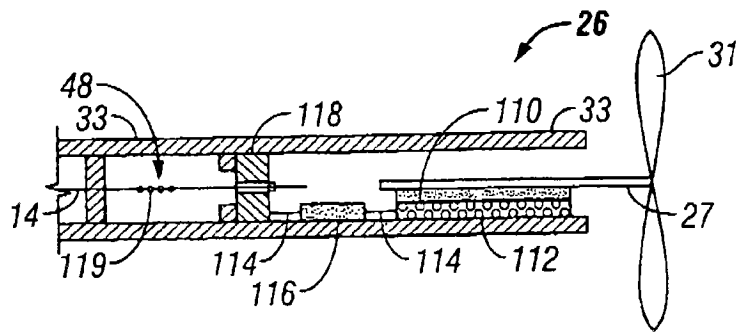


图 9

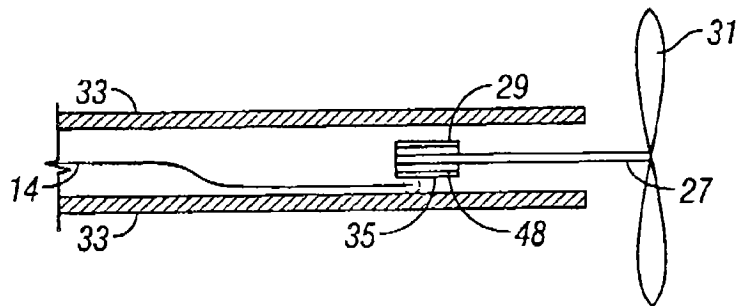


图 10

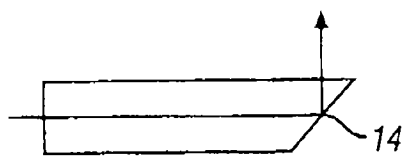


图 11

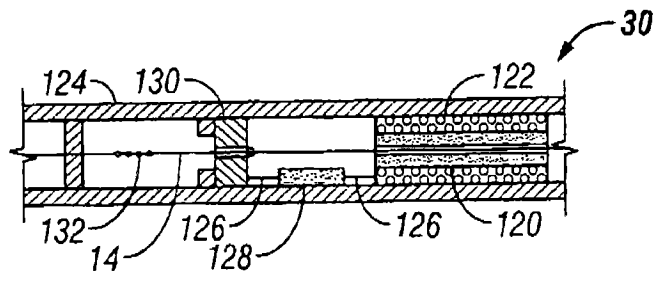


图 12

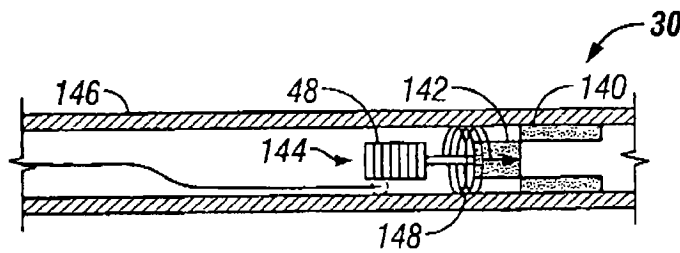


图 13

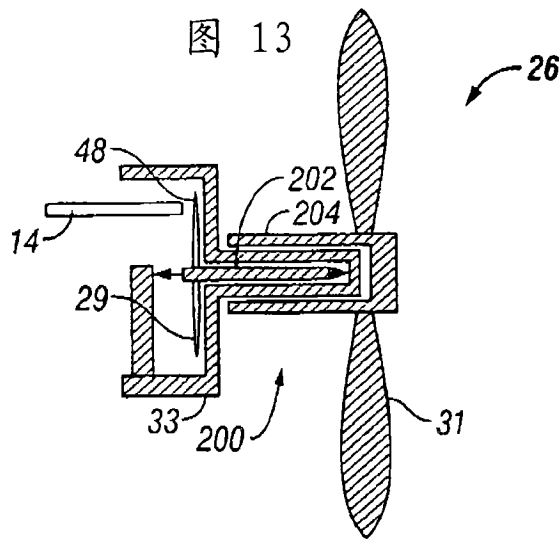


图 14

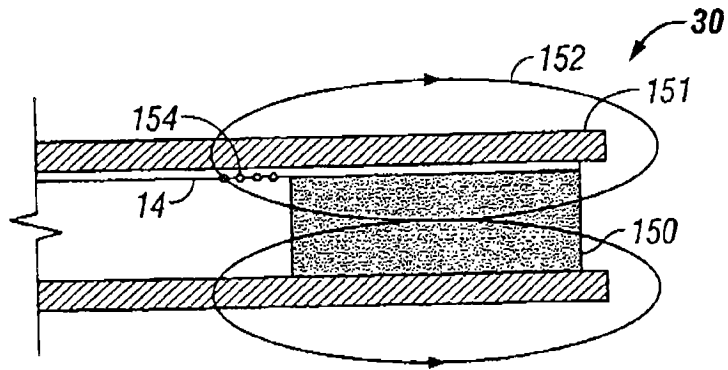


图 15

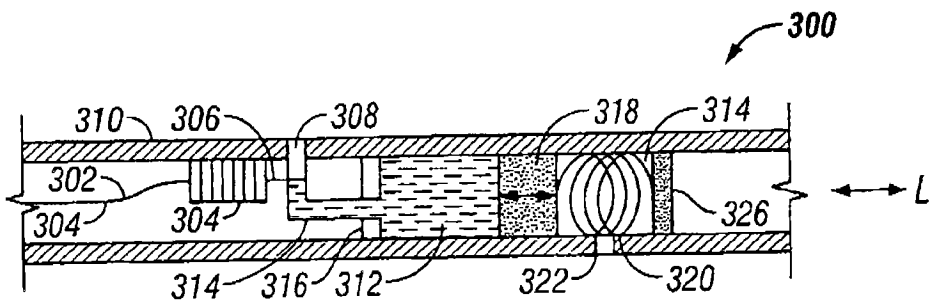


图 16

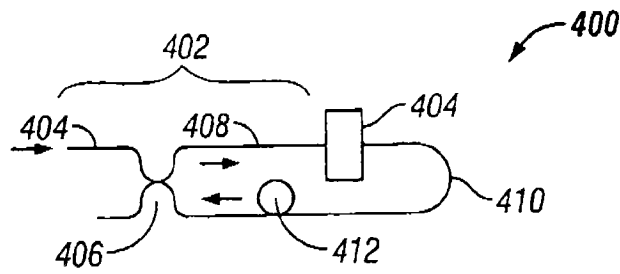


图 17

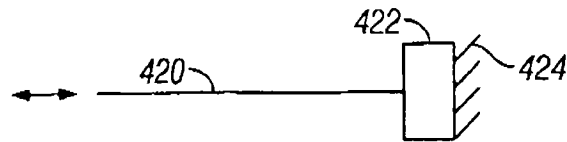


图 18

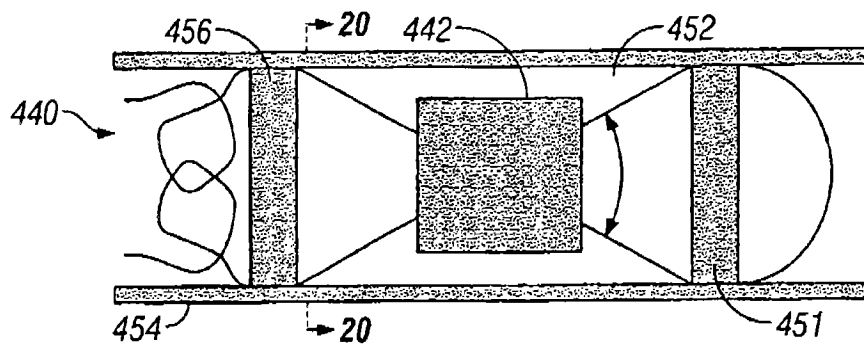


图 19

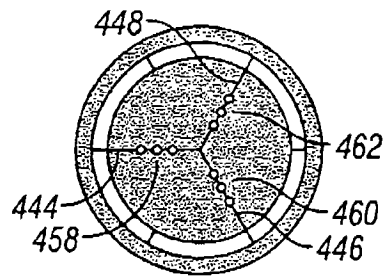


图 20

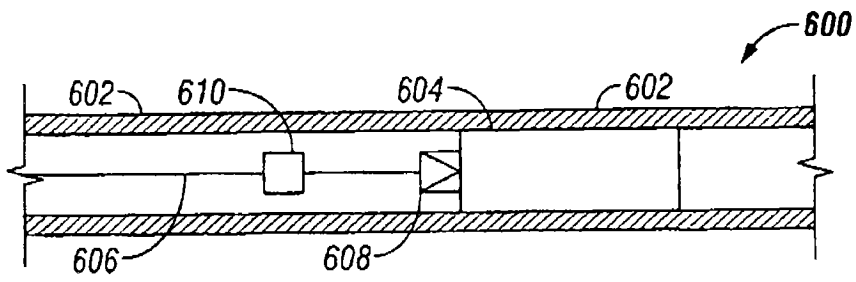


图 21

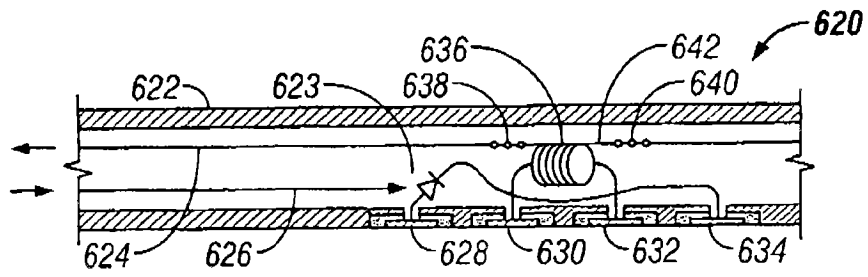


图 22

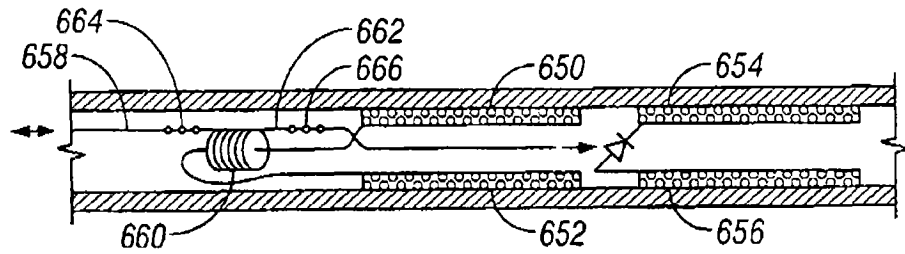


图 23

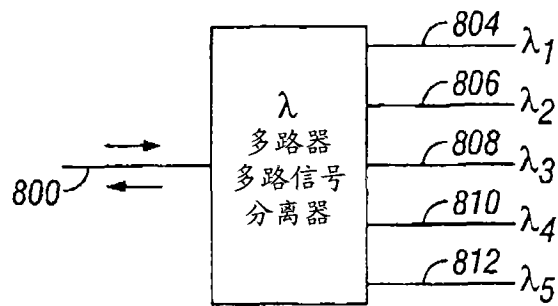


图 24

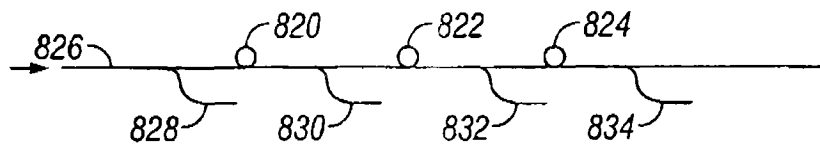


图 25

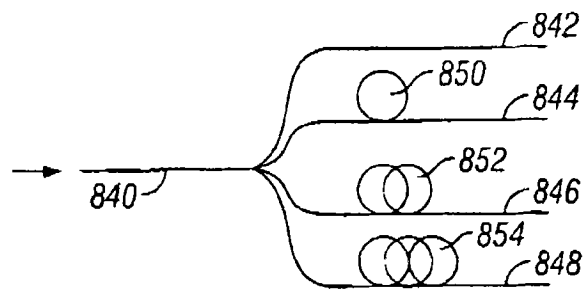


图 26