



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104620132 B

(45)授权公告日 2017.03.15

(21)申请号 201380013083.1

(22)申请日 2013.03.07

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104620132 A

(43)申请公布日 2015.05.13

(30)优先权数据

61/608,928 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/US2013/029649 2013.03.07

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/134524 EN 2013.09.12

(73)专利权人 国际壳牌研究有限公司

地址 荷兰海牙

(72)发明人 K·H·马特松

(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 李颖

(51)Int.Cl.

G01V 1/20(2006.01)

(56)对比文件

CN 1278923 A, 2001.01.03,

WO 2006/036336 A1, 2006.04.06,

CN 1797031 A, 2006.07.05,

US 2006/0265132 A1, 2006.11.23,

US 2009/0279388 A1, 2009.11.12,

CN 101609163 A, 2009.12.23,

US 2010/0057367 A1, 2010.03.04,

Q.XU 等.Reverse Time Migration Using

Vector Offset Output to Improve Subsalt

Imaging - A Case Study at the Walker

Ridge GOM.《73rd EAGE Conference &

Exhibition incorporating SPE EUROPEC

2011》.2011,

(续)

审查员 张敏

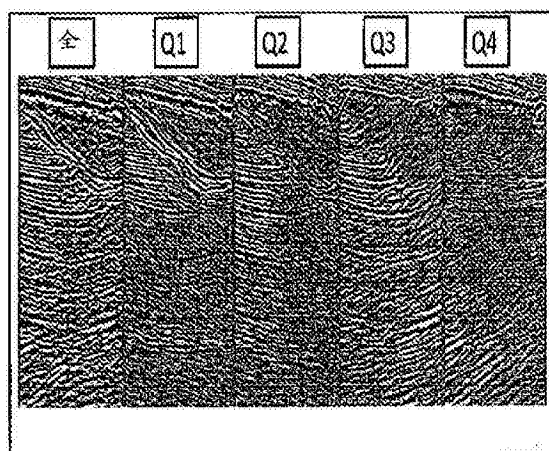
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

对于逆时迁移使用多样性拍摄堆积的信号增强(DeSSeRT)

(57)摘要

一种处理地震数据以提供地下区域的图像的方法包括:提供包含关于区域的信息的多个迁移拍摄收集;加算迁移拍摄收集的重叠部分以提供导引堆积;将多个迁移拍摄收集分成多个组并且加算每个组中的收集以提供子堆积,其中,每个组包含至少两个迁移拍摄,并且其中子堆积是从每个组产生的;向导引堆积应用振幅归一化算法以产生振幅归一化导引堆积;通过比较每个子堆积与振幅归一化导引堆积计算加权函数;通过使用加权函数加权每个子堆积以产生多个加权子堆积;加算加权子堆积的重叠部分以产生输出堆积;和使用输出堆积以产生图像。



[转续页]

[接上页]

(56)对比文件

Anderson.R.G 等.用振幅衰减率和噪声振幅进行地震资料的加权叠加.《国外油气勘探》.1991,第3卷(第3期),第57-66页.

茅金根 等.非规则噪音地震记录的优化加权叠加.《石油物探》.2002,第41卷(第3期),第309-311页.

1. 一种处理地震数据以提供地下区域的图像的方法,包括以下步骤:
 - a) 提供包含关于地下区域的信息的多个迁移拍摄收集;
 - b) 加算迁移拍摄收集的重叠部分以提供导引堆积;
 - c) 将多个迁移拍摄收集分成多个组并且加算每个组中的收集以提供子堆积,其中每个组包含至少两个迁移拍摄,并且其中子堆积是从每个组产生的;
 - d) 向导引堆积应用振幅归一化算法以产生振幅归一化导引堆积;
 - e) 通过比较每个子堆积与振幅归一化导引堆积计算加权函数;
 - f) 通过使用加权函数加权每个子堆积以产生多个加权子堆积;
 - g) 加算加权子堆积的重叠部分以产生输出堆积;和
 - h) 使用输出堆积以产生地下区域的图像。
2. 根据权利要求1的方法,其中,步骤e)中的比较包含相关、乘法、除法、减法和加法中的至少一种。
3. 根据权利要求1的方法,还包括使用加权函数以构建或更新速度模型的步骤。
4. 根据权利要求1的方法,其中,步骤e)包含计算最小平方匹配滤波器。
5. 根据权利要求4的方法,其中最小平方匹配滤波器是横向和纵向改变匹配滤波器。
6. 根据权利要求1的方法,其中,加权函数具有1~50000个数据点之间的长度。
7. 根据权利要求1的方法,其中,步骤f)包含选自相关、卷积、乘法、除法和它们的组合的至少一种计算。
8. 根据权利要求1的方法,其中,步骤c)包含将迁移拍摄收集分成至少40个组。
9. 根据权利要求1的方法,其中,步骤c)包含根据其矢量距离分割迁移拍摄收集。
10. 根据权利要求1的方法,其中,步骤c)包含根据其相应象限分割迁移拍摄收集。
11. 根据权利要求1的方法,其中,步骤c)包含根据其方位、图像深度和距离分割迁移拍摄收集。
12. 根据权利要求11的方法,其中,将迁移拍摄收集分成表达为 $X=Z$ 的百分比的抑制锥形,其中 X 是距离, Z 是图像深度。
13. 根据权利要求1的方法,其中步骤d)的振幅归一化算法包括自动增益控制。
14. 根据权利要求1的方法,其中通过步骤d)的振幅归一化算法来避免随深度减小振幅。
15. 根据权利要求1的方法,其中,步骤f)包含使用基于振幅的加权算法。
16. 根据权利要求1的方法,其中,步骤f)包含使用基于照明的加权算法。
17. 根据权利要求1的方法,还包括通过使用输出堆积作为导引堆积重复步骤d)~g)至少一次。
18. 根据前述任一权利要求的方法,其中迁移拍摄收集是逆时迁移拍摄图像收集。
19. 根据权利要求1的方法,其中步骤a)包括从单独迁移的拍摄采集输出。

对于逆时迁移使用多样性拍摄堆积的信号增强(DeSSeRT)

[0001] 本申请要求在2012年3月9日提交的美国临时专利申请No.61/608928的优先权,其公开的全部内容引用于此作为参考。

技术领域

[0002] 本发明涉及地震处理,并且提供用于增强关于逆时迁移堆积(Reverse Time Migration stack)的信号的方法。该方法基于选择的拍摄数据的后迁移子堆积的最佳加权。

背景技术

[0003] 在碳氢化合物勘探和生产的领域中,声学技术常用于对地下成像。在一般的方法中,地震信号通过地球表面上或通过钻孔中的源被传送到地下。地震接收机检测并记录得到的声学信号。接收的信号,特别是在地下被反射并且/或者被折射的那些,将包含关于地下的信息。因此,例如,诸如逆时迁移(RTM)的波动方程迁移方法对于对诸如盐的下方复杂盖岩层成像十分关键。尽管在理论和算法上都得到改进,但迁移图像的适当后处理仍常常是产生最佳成像质量的关键步骤。

[0004] 这种后处理的例子是图像域收集(gather)上的远偏移到达的抑制(muting),其中适当的抑制可促成或破坏最终图像的质量。在Kirchhoff迁移的情况下,很容易且自然地在后迁移中间点偏移收集上完成这一点。抑制对波动方程迁移是同等重要的;但是,对该处理产生适当的图像收集是比向堆积的简单迁移输出更昂贵的命题。

[0005] 在地下角度收集域中最正确地执行后RTM数据的抑制或角度加权。许多作者描述了用于计算波动方程迁移的角度收集的方法(de Bruin等,1990;Prucha等,1999;Moser和Foster,2000;Richett和Sava,2002;Xie和Wu,2002;Sava和Fomel,2003;Soubaras,2003),但主要的障碍是对全方位地下角度收集计算和存储大量的输出数据的成本。

[0006] 图像拍摄收集(Shot to Image Gathers:SIG)是波动方程角度收集的更低廉的替代方案。它们是通过从来自例如为逆时迁移的拍摄记录波动方程迁移的所有单独迁移的拍摄采集输出形成的。通常,来自各拍摄的输出图像被堆积在一起。如图1所示,通过采集共同的输出图像位置上的痕迹并然后基于从图像点到拍摄位置的水平距离分配矢量距离(矢量偏移),形成各SIG。结果是诸如图2所示的SIG。这些收集提供可根据该距离应用抑制的空间。

[0007] 一种复杂性在于,SIG收集具有使能量的中心偏移为远离零“偏移”的倾角(dip)成分,这使得抑制比常规的图像收集更困难。依赖数据的抑制功能会解决该问题,但是在信号噪声比较差的区域中或者在照明可变的情况下,依赖于有用数据的抑制功能可能难以计算。

[0008] 由此,仍然希望提供用于针对RTM拍摄图像收集得出并且应用最佳加权系数以提高最终堆积的总体S/N比的简单且廉价的方法。

发明内容

[0009] 本发明提供用于针对RTM拍摄图像收集得出并且应用最佳加权系数以改善最终堆积的总体S/N比的简单、廉价且稳健的方法。由于本方法涉及对逆时迁移使用多样性拍摄堆积的信号增强,因此它们有时被缩写为DeSSeRT。在一些实施例中,通过对完整堆积产品的单个子堆积进行最小平方匹配滤波,来计算加权。

[0010] 在本发明的优选实施例中,用于处理地震数据的方法包括以下步骤:a)提供包含关于地下区域的信息的多个迁移拍摄收集;b)加算迁移拍摄收集的重叠部分以提供导引堆积;c)将多个迁移拍摄收集分成多个组并且加算每个组中的收集以提供子堆积,其中,每个组包含至少两个迁移拍摄,并且其中子堆积是从每个组产生的;d)向导引堆积应用振幅归一化算法以产生振幅归一化导引堆积;e)通过比较每个子堆积与振幅归一化导引堆积计算加权函数;f)通过使用加权函数加权每个子堆积以产生多个加权子堆积;g)加算加权子堆积的重叠部分以产生输出堆积;和h)使用输出堆积以产生地下区域的图像。另外,方法还可包括使用加权函数以构建或更新速度模型的步骤。

[0011] 步骤e)中的比较包含相关、乘法、除法、减法和加法中的至少一种,并且,步骤e)可包含计算最小平方匹配滤波器。仅作为例子,加权函数可具有1~50000个数据点之间的长度。

[0012] 步骤f)可包含选自相关、卷积、乘法、除法和它们的组合的至少一种计算。如希望的话,步骤f)还可包含使用基于振幅的加权算法和/或基于照明的加权算法。

[0013] 步骤c)可包含将迁移拍摄收集分成例如至少40个组,并且还可包含根据其矢量距离、其各自的象限或者它们的方位、图像深度和距离分割迁移拍摄收集。在后一种情况下,迁移拍摄收集可分成表达为 $X=Z$ 的百分比的抑制锥形,其中X是距离且,Z是图像深度。

[0014] 方法还可包括通过使用输出堆积作为导引堆积重复步骤d)~g)至少一次。

附图说明

[0015] 为了更详细地理解优选实施例,参照附图,其中,

[0016] 图1是示出可在堆积之前分成重叠图像点并且根据从拍摄到图像位置的水平距离分配位置的方式的示意图;

[0017] 图2是可源自图1所示的设置的拍摄图像收集(SIG)的例子;

[0018] 图3是与从全SIG数据分割的四个象限(quadrant)堆积相比较的全堆积的例子;

[0019] 图4是示出数据可如何分成一系列的方位扇形区的示意图;

[0020] 图5是示出数据可如何分成渐进的抑制区域的示意图;

[0021] 图6和图7分别是表示根据常规的方法(没有DeSSeRT)处理的墨西哥湾RTM全堆积和根据本方法(DeSSeRT)处理的相同数据的堆积的比较示图。

具体实施方式

[0022] 为了提供依赖数据的抑制功能,从SIG子堆积开始。可以看出,拍摄图像收集的子堆积产生表示通过拍摄的不同分组照射地下的哪些部分的图像。如图3所示,一个例子是根据矢量SIG距离将SIG分成象限(即,NE、SE、NW、SW)。

[0023] 象限堆积表示如何通过迁移拍摄的不同子集对图像的不同部分成像。希望设计加权不同的子堆积以实现最佳图像的方式。如由Xu等,2011所示,这种方法的一个例子是使用用于在后迁移矢量偏移铺设数据上堆积的照射权重。

[0024] 本发明基于这样一种观察,即,任何特定SIG上的噪声可能很少,但具有非常高的振幅。由此,整个象限的基于振幅的加权可能不能适当地排除噪声。对于基于照射的加权也是这种情况,原因是不能保证噪声在信号被很好地照射的区域也不具有高的振幅。

[0025] 高振幅噪声提示子堆积的最佳堆积的多样性加权方法。基于子堆积痕迹在多大程度上与全堆积相关,零滞后相关性优选为候选子堆积上的权重(例如,参见Foster和Sengbush,1968)。

[0026] 用于完成这一点的简单有效的工具是使用短滤波器的最小平方匹配滤波。该方法还允许横向和纵向改变匹配滤波器以补偿子堆积中的照射效果和可变噪声量。每个子堆积与全堆积匹配,并且结果被加在一起。应当强调,这不是振幅保留过程,原因是信号振幅可能在该过程中改变。

[0027] 一旦匹配滤波器被计算并且被应用于子堆积,所述子堆积就自身堆积,从而导致优于初始导引堆积的改进产品。该处理可被迭代,其中可从前面的匹配和堆积过程输出导引堆积。

[0028] 该过程中的关键步骤是在匹配滤波之前向导引堆积应用振幅归一化步骤即自动增益控制(AGC)。忽略该步骤将导致在各迭代中总体上随深度减小振幅。

[0029] 在匹配滤波器窗口长度和宽度与必须对不同的数据集测试和优化的AGC长度和滤波长度之间存在各种选择。我们发现,比1点长的滤波器长度将导致空间上更平滑的结果,与使用单点滤波器相比,这是以一些高频率为代价的。对于具有非常低的信号噪声比的区域或者在总结构解释是希望的输出的情况下,这是有价值的。

[0030] 多样性还提示子堆积比简单象限堆积更微细的采样。一种方法是简单地将每个SIG分成更多的相同部分,例如,将每个象限切成4个给出总共16个子堆积。另一子堆积方法是,如图4所示,将SIG分成来自图像点的0~360度的方位扇形区,并且如图5所示应用表达为 $X=Z$ 的百分比的抑制锥形(例如, $X=0\%\sim 20\%Z$ 、 $20\%\sim 40\%Z$ 等)。该方法在浅层区域中具有更细微的采样,而在深处具有更宽的采样,这表达为随深度改变的角度范围。一般地,最后的锥形将包含超出 $X-Z$ 的所有剩余数据,使得子堆积的堆积将等于全堆积。

[0031] 我们发现了使用构成子堆积的最佳加权以获得最终图像的堆积前迁移后信号增强方法。加权方法可从任意数量的方法得出;我们发现子堆积与全堆积之间的交叉相关性提供稳健的结果。该方法不提供真实的振幅结果,由此最适于结构解释。

[0032] 一般地,我们观察到DeSSeRT将增强在具有良好和较差信号噪声比的区域(例如盐下储层)中的信号。如果在信号与噪声之间不存在速度区别并且/或者速度存在明确错误,那么相干噪声可能被增强。虽然实际上罕见,但必须通过与常规堆积相比仔细监视结果的质量。在图6和图7中示出本DeSSeRT处理前后的墨西哥湾RTM的例子。

[0033] 我们发现,与诸如倾角(dip)滤波、Van-Gogh滤波(Hocker和Fehmers,2002)或投影误差滤波(Soubaras,1994)的常规堆积后图像增强方法相比,DeSSeRT在总体信号噪声改进上给出优异的质量,同时保留垂直和横向图像分辨率。

[0034] 虽然关于优选实施例描述了本发明,但应理解,可以在不背离权利要求的范围的

情况下提出变化和修改。另外,除非在逻辑上必须明确陈述,否则,应当理解,权利要求中的步骤的依次的陈述不要求在任何特定的时间或者以任何特定的次序执行这些步骤。

[0035] 参考文献

[0036] Qing Xu,Yunfeng Li,Xiangkun Yu,Yah Huang,2011,Reverse Time Migration Using Vector Offset Output to Improve Subsalt Imaging-A Case Study at the Walker Ridge GOM,SEG Annual Meeting.

[0037] Foster,M.R.,Sengbush,R.L.,US patent 3622967.Optimum Stack.

[0038] Christian Höcker and Gijs Fehmers

[0039] Fast structural interpretation with structure-oriented filtering The Leading Edge,March 2002,v.21,p.238-243,

[0040] de Bruin,C.G.M.,Wapenaar,C.P.A.,and Berkhout,A.J.,1990,Angle-dependent reflectivity by means of prestack migration:Geophysics,55,1223-1234.Mosher,C.,and Foster,D.,2000,Common angle imaging conditions for prestack depth migration in 70th Ann.Internat.Mtg.Soc.of Expl.Geophys.,830-833.

[0041] Prucha,M.,Biondi,B.,and Symes,W.,1999,Angle-domain common image gathers by wave-equation migration in 69th Ann.Internat.Mtg.Soc.of Expl.Geophys.,824-827.

[0042] Rickett,J.E.,and Sava,P.C.,2002,Offset and angle-domain common image-point gathers for shot-profile migration:Geophysics,67,883-889.

[0043] Sava,P.C.,and Fomel,S.,2003,Angle-domain common-image gathers by wavefield continuation methods:Geophysics,68,1065-1074.

[0044] Soubaras,R.,1994,Signal-preserving random noise attenuation by the

[0045] F-X projection:64th Annual Internat.Mtg.,Soc.Expl.Geophys.,

[0046] Expanded Abstracts,1576-1579.

[0047] Soubaras,R.,2003,Angle gathers for shot-record migration by local harmonic decomposition in 73rd Ann.Internat.Mtg.Soc.of Expl.Geophys.,889-892.

[0048] Xie,X.B.,and Wu,R.S.,2002,Extracting angle domain information from migrated wavefield in 72nd Ann.Internat.Mtg,Soc.Expl.Geophys.,Expanded Abstracts.Soc.of Expl.Geophys.,1360-1363.

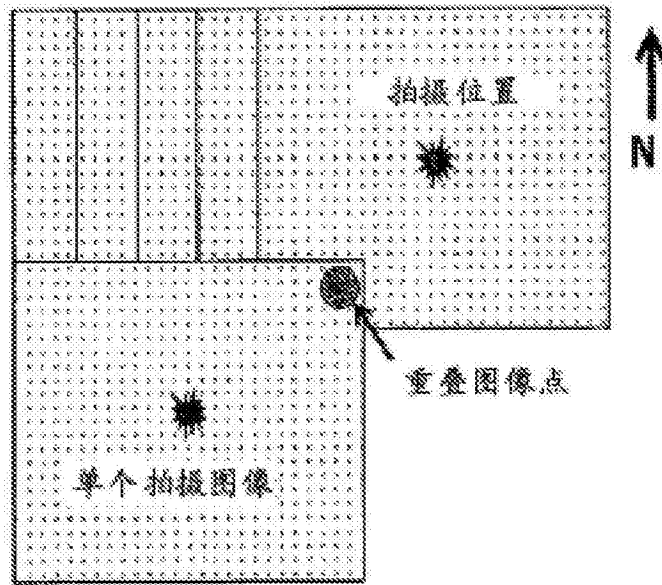


图1

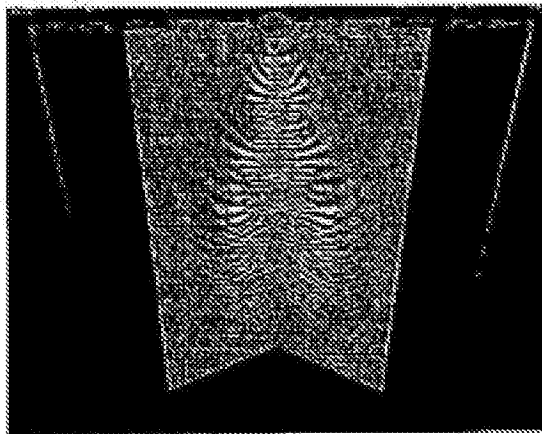


图2

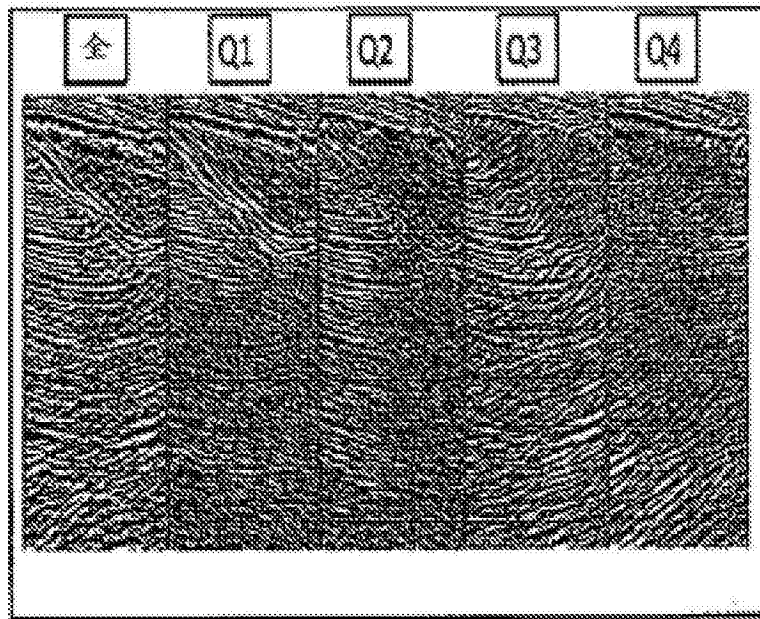


图3

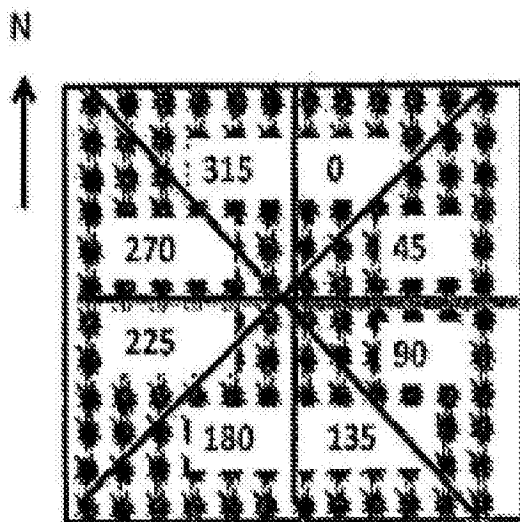


图4

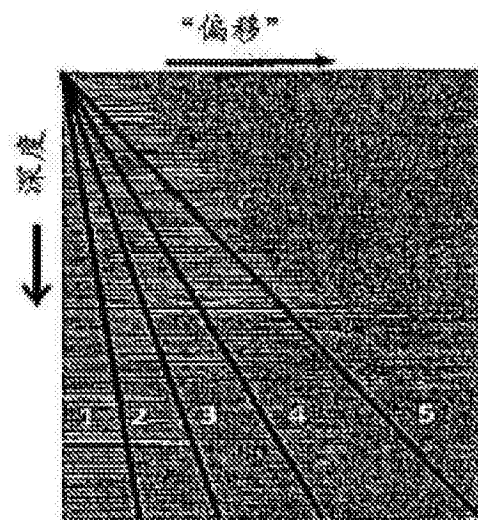


图5

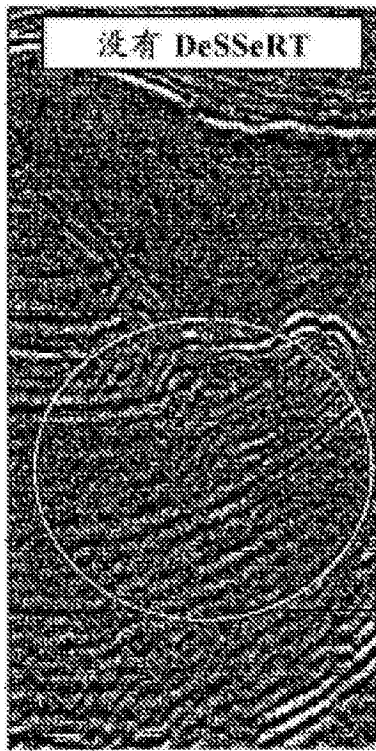


图6

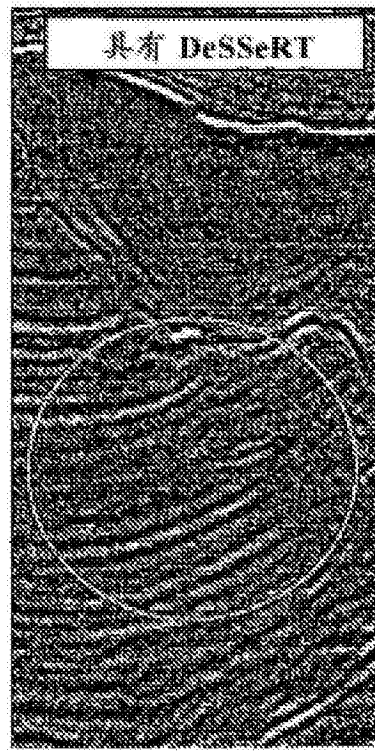


图7