



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102736114 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 17

(21) 申请号 201110291579. 8

(22) 申请日 2011. 09. 30

(30) 优先权数据

61/475349 2011. 04. 14 US

13/195252 2011. 08. 01 US

(71) 申请人 三捷科技股份有限公司

地址 中国台湾台北市

(72) 发明人 黄文义 许大坤

(74) 专利代理机构 北京科龙寰宇知识产权代理

有限责任公司 11139

代理人 孙皓晨

(51) Int. Cl.

G01V 3/12(2006. 01)

G01V 11/00(2006. 01)

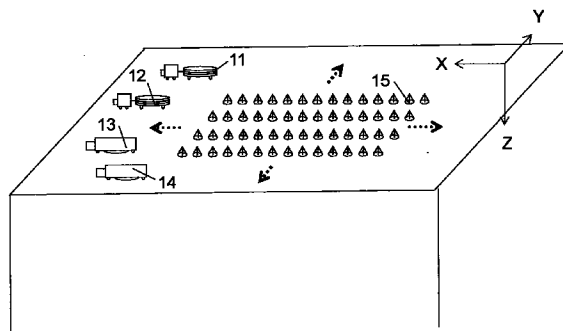
权利要求书 4 页 说明书 8 页 附图 6 页

(54) 发明名称

电磁及其综合勘探的设备和方法

(57) 摘要

本发明公开一种电磁及其综合勘探的设备和方法,是利用瞬变电磁或结合大地电磁与地震波进行勘探,包括多个接收器以及多个电磁波源以及/或地震源;前述接收器是设置于被勘探区域内,其中每一接收器是与磁场感应器、以及/或地震检波器以及/或至少一组配对电极相连接,供接收、纪录磁场、以及/或地震波以及/或电场数据;前述的电场数据亦可由高密度分布的三维的磁场数据求出,而可演算出大地电磁数据;前述电磁波源以及/或地震源是设置于邻近前述接收器的位置,供发射电磁波讯号以及/或地震波讯号;根据所接收并纪录的磁场以及/或地震波数据以及/或电场数据,而得以进行综合勘探,决定被勘探区域的地底结构。



1. 一种电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,是利用瞬变电磁或结合大地电磁与地震波进行勘探,前述设备包括:

多个接收器,是散布于被勘探区域内,其中每一接收器是与一个一维或三维的携带式磁场感应器、地震检波器或微机电系统加速度计以及至少一组配对电极中至少一者相连接,用以接收并纪录来自携带式磁场感应器的一维或三维磁场数据、以及/或来自地震检波器的地震波数据、以及/或来自配对电极的电场数据;以及

多个可移动式激发电磁波源以及/或地震源,是设置于邻近前述接收器的位置,用以发射电磁波讯号以及/或地震波讯号。

2. 根据权利要求1所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,每一接收器是与一个一维或三维的携带式磁场感应器相连接;而激发电磁波源为一可移动式回线圈磁场发射器或接地电线源。

3. 根据权利要求1所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,每一接收器是与一个一维或三维的携带式磁场感应器与一或二组配对电极相连接;而激发电磁波源为一可移动式回线圈磁场发射器或接地电线源。

4. 根据权利要求1所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,每一接收器是与一或二组配对电极以及地震检波器或微机电系统加速度计相连接;而激发电磁波源为一可移动式回线圈磁场发射器或接地电线源,且可移动式地震源是为震动机或炸药。

5. 根据权利要求1所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,每一接收器是与一个一维或三维的携带式磁场感应器以及地震检波器或微机电系统加速度计相连接;而激发电磁波源为一可移动式回线圈磁场发射器或接地电线源,且可移动式地震源是为震动机或炸药。

6. 根据权利要求1所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,每一接收器是与一个一维或三维的携带式磁场感应器、一或二组配对电极以及地震检波器或微机电系统加速度计相连接;而激发电磁波源是为为一可移动式回线圈磁场发射器或接地电线源,且可移动式地震源是为震动机或炸药。

7. 根据权利要求1所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,该每一可移动式激发电磁波源更包括一回线圈、一发电机、一变压器、多个电容阵列以及一高电流脉冲产生器。

8. 根据权利要求7所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,该高电流脉冲产生器更包括一用以产生脉冲宽度调制的中央处理器以及多个驱动器,前述驱动器是用以驱动多个绝缘栅双极型晶体管,以驱动回线圈的大电流并产生缓步时间。

9. 根据权利要求7所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,回线圈是由电缆或多条头尾连接的金属棒制成。

10. 根据权利要求7所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,该高电流脉冲产生器是根据所欲勘探目标的深度,而产生不同脉冲宽度以及缓步时间的电流波形。

11. 根据权利要求7所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,该高电流脉冲产生器是使用相同的电容阵列,以将电流大小及缓步时间等比缩小,以产生不同脉冲宽度以及缓步时间的电流波形。

12. 根据权利要求1所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,每一可移动式激发

电磁波源是根据所欲勘探目标深度,在同一发射地点,产生不同脉冲宽度以及缓步时间的电流波形。

13. 根据权利要求 1 所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,该多个接收器是高密度排列,以自垂直磁场演算出电场;且该多个接收器是置放一段时间,以获得大地电磁数据。

14. 根据权利要求 1 所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,至少二可移动式激发电磁波源是同步使用,以增加发射功率。

15. 根据权利要求 1 所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,该便携式磁场感应器更包括一第一磁场感应单元与一第二磁场感应单元;该第一磁场感应单元是具有低测量动态与高灵敏度者,且是于背景磁场被消除的前提下被测量;该第二磁场感应单元则为具有较宽测量动态与低灵敏度者,用以产生一电流,以于第一磁场感应单元的位置消除前述背景磁场。

16. 根据权利要求 15 所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,该便携式磁场感应器的第一磁场感应单元是使用一磁通集中放大器,以提高其灵敏度。

17. 根据权利要求 15 所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,该便携式磁场感应器的第二磁场感应单元所产生用以消除第一磁场感应单元背景磁场的方法是将第一磁场感应单元所感应的电压转换成电流后流经一线圈,而该线圈是为一亥姆霍兹线圈、一螺线管线圈、一普通线圈或一电线。

18. 根据权利要求 15 所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,该便携式磁场感应器的在该测量方向的总磁场值为第一磁场感应单元所测量的值及第二磁场感应单元所衍生的电流对线圈及磁通放大器所产生的磁场的总和。

19. 根据权利要求 15 所述的电磁及其综合勘探的设备,其特征在于,该便携式磁场感应器为线圈式磁场感应器、磁性隧道结、磁阻抗感应器、磁致电阻或巨型磁致电阻。

20. 一种电磁及其综合勘探的方法,其特征在于,包括以下步骤:

将多个接收器散布于被勘探区域内;

使每一接收器与一个一维或三维的便携式磁场感应器、地震检波器或微机电系统加速度计以及至少一组配对电极中至少一者相连接,以接收并纪录来自便携式磁场感应器的一维或三维磁场数据、以及/或来自地震检波器的地震波数据、以及/或来自配对电极的电场数据;以及

将多个可移动式激发电磁波源以及/或地震源设置于邻近前述接收器的位置,供发射电磁波讯号以及/或地震波讯号。

21. 根据权利要求 20 所述的电磁及其综合勘探的方法,其特征在于,每一接收器是与一个一维或三维的便携式磁场感应器相连接,并排列于一固定位置,以持续接收并纪录磁场数据;而激发电磁波源是为一可移动式回线圈磁场发射器或接地电线源,并在不同的位置发射。

22. 根据权利要求 20 所述的电磁及其综合勘探的方法,其特征在于,每一接收器是与一个一维或三维的便携式磁场感应器相连接;前述多个接收器是排列成多列,通过将最后一列的接收器布置于一新方向的最前列,而朝该新方向卷进,以持续接收并纪录磁场数据;前述回线圈磁场发射器是朝向该卷进方向移动,并在预设时间或当一中央控制中心传来同

步信号时发射电磁波讯号。

23. 根据权利要求 20 所述的电磁及其综合勘探的方法,其特征在于,每一接收器是与一个一维或三维的携带式磁场感应器与一或二组配对电极相连接,且是排列于一固定位置,以持续接收并纪录磁场与电场数据;而激发电磁波源为一可移动式回线圈磁场发射器或接地电线源,并在不同的位置发射。

24. 根据权利要求 20 所述的电磁及其综合勘探的方法,其特征在于,每一接收器是与一个一维或三维的携带式磁场感应器与一或二组配对电极相连接,且每一可移动式激发电磁波源为一回线圈磁场发射器;前述多个接收器是排列成多列,通过将最后一列的接收器布置于一新方向的最前列,而朝该新方向卷进,以持续接收并纪录磁场与电场数据;前述回线圈磁场发射器是朝向该卷进方向移动,并在预设时间或当一中央控制中心传来同步信号时发射电磁波讯号。

25. 根据权利要求 20 所述的电磁及其综合勘探的方法,其特征在于,每一接收器是与一或二组配对电极以及地震检波器或微机电系统加速度计相连接,且是排列于一固定位置,以持续接收并纪录电场与地震波数据;而激发电磁波源为一可移动式回线圈磁场发射器或接地电线源,且可移动式地震源是为震动器或炸药;前述激发电磁波源与地震源并在不同的位置发射。

26. 根据权利要求 20 所述的电磁及其综合勘探的方法,其特征在于,每一接收器是与一或二组配对电极以及地震检波器或微机电系统加速度计相连接,且每一可移动式激发电磁波源为一回线圈磁场发射器,且可移动式地震源为震动器或炸药;前述多个接收器是排列成多列,通过将最后一列的接收器布置于一新方向的最前列,而朝该新方向卷进,以持续接收并纪录电场与地震波数据;前述回线圈磁场发射器与地震源是朝向该卷进方向移动,并在预设时间或当一中央控制中心传来同步信号时发射电磁波讯号。

27. 根据权利要求 20 所述的电磁及其综合勘探的方法,其特征在于,每一接收器是与一个一维或三维的携带式磁场感应器以及地震检波器或微机电系统加速度计相连接,且是排列于一固定位置,以持续接收并纪录磁场与地震波数据;而激发电磁波源为一可移动式回线圈磁场发射器或接地电线源,且可移动式地震源为震动器或炸药,前述激发电磁波源与地震源并在不同的位置发射。

28. 根据权利要求 20 所述的电磁及其综合勘探的方法,其特征在于,每一接收器是与一个一维或三维的携带式磁场感应器以及地震检波器或微机电系统加速度计相连接,且每一可移动式激发电磁波源为一回线圈磁场发射器,且可移动式地震源是为震动器或炸药;前述多个接收器是排列成多列,通过将最后一列的接收器布置于一新方向的最前列,而朝该新方向卷进,以持续接收并纪录磁场与地震波数据;前述回线圈磁场发射器与地震源是朝向该卷进方向移动,并于预设时间或当一中央控制中心传来同步信号时发射电磁波讯号。

29. 根据权利要求 20 所述的电磁及其综合勘探的方法,其特征在于,每一接收器是与一个一维或三维的携带式磁场感应器、一或二组配对电极以及地震检波器或微机电系统加速度计相连接,且是排列于一固定位置,以持续接收并纪录磁场、电场与地震波数据;而激发电磁波源为一可移动式回线圈磁场发射器或接地电线源,且可移动式地震源是为震动器或炸药,前述激发电磁波源与地震源是于不同的位置发射。

30. 根据权利要求 20 所述的电磁及其综合勘探的方法,其特征在于,每一接收器是与一个一维或三维的携带式磁场感应器、一或二组配对电极以及地震检波器或微机电系统加速度计相连接,且每一可移动式激发电磁波源为一回线圈磁场发射器,且可移动式地震源是为震波器或炸药;前述多个接收器是排列成多列,通过将最后一列的接收器布置于一新方向的最前列,而朝该新方向卷进,以持续接收并纪录磁场、电场与地震波数据;前述回线圈磁场发射器与地震源是朝向该卷进方向移动,并于预设时间或当一中央控制中心传来同步信号时发射电磁波讯号。

31. 根据权利要求 20 所述的电磁及其综合勘探的方法,其特征在于,该多个接收器是高密度排列,以自垂直磁场演算出电场;且该多个接收器是置放一段时间,以获得大地电磁数据。

32. 根据权利要求 20 所述的电磁及其综合勘探的方法,其特征在于,每一接收器是与一个一维或三维的携带式磁场感应器相连接,且是排列于一固定位置,以持续接收并纪录磁场数据;在没有电磁波发射时,前述磁场数据是用来作静态磁场探勘。

33. 根据权利要求 20 所述的电磁及其综合勘探的方法,其特征在于,每一接收器是与一个一维或三维的携带式磁场感应器相连接,且是排列于一固定位置,以持续接收并纪录磁场数据;电场数据是由高密度分布的磁场对时间变化取得;在没有电磁波发射时,前述电场数据是用来作自然电位探勘;而在只有地震发射源发射时,前述电场数据则是用来作压电异常的探勘。

34. 根据权利要求 20 项所述的电磁及其综合勘探的方法,其特征在于,每一接收器是与微机电系统加速度计相连接,且是排列于一固定位置,以持续接收并纪录地震波数据;在地震源没有发射时,前述地震波数据是用来作重力探勘;而在只有电磁发射源发射时,前述地震波数据则是用来作压电异常的探勘。

35. 根据权利要求 20 项所述的电磁及其综合勘探的方法,其特征在于,每一接收器是与一或二组配对电极相连接,且是排列于一固定位置,以持续接收并纪录电场数据;在没有电磁波发射时,前述电场数据是用来作自然电位探勘;而在只有地震发射源发射时,前述电场数据则是用来作压电异常的探勘。

电磁及其综合勘探的设备与方法

技术领域

[0001] 本发明是关于一种地层构造勘探的设备与方法,其是可使用小型且具有较宽测量动态与高灵敏度的一维或三维的磁场感应器,配合高密度分布的接收器使用,以进行电磁勘探;其中可自高密度排列接收器的垂直磁场演算出电场,由此经由测量三维的磁场数据,而可演算出大地电磁数据;此外,通过原高密度分布的接收器同时连接地震检波器,并将地震波源产生器和电磁波源产生器同时移动,可以同时进行地震勘探;本发明的勘探设备可同时取得电磁波数据以及/或大地电磁数据以及/或地震波数据,对地层构造进行联合的野外勘探。

背景技术

[0002] 在瞬变电磁深层勘探 (deep geo-electrical structure sounding) 方面,现有技术是利用大型回线源或较长的接地电线,以产生足够的发射功率。接收器的磁场感应器通常可为边长几十公尺的回线源 (air loops)、配置有磁场集中器 (magnetic flux concentrator) 的线圈或是超导量子干涉磁量仪 (superconducting quantum interference device magnetometer)。在海洋电磁勘探方面,拖曳很长的电线或大型电磁波发射回线圈相对是较为容易的;然而在陆上勘探方面,通常会将发射器固定于一个位置,接收器则朝向离发射器约一公里、或至多达几十公里处的地区移动。受限于传统电磁接收器的体积和重量,建立一个同时拥有几百或几千台规模的瞬变电磁接收站是非常困难的。

[0003] 对于瞬变电磁而言,一般是使用一、二或三维反演法 (inversions) 加以分析解读。众所周知,为接地电线源 (Grounded Wire Source) 或回线源 (loop source) 的大型发射器,通常具有源头效应 (source effect),尤其当使用一维反演解读时。若改变发射器的位置,亦可能导致解读的结果有所不同。

[0004] 目前已有一些与电磁波深层勘探相关的美国专利;Bostick Jr. X, Francis 的专利 (US4591791) 为地球物理勘探揭露一种电磁测量方法,该方法是在一点上测量在两个非平行方向的磁场变化,并同时测量平行于测量线上多点的电场变化;Srnlka, Leonard J 等的专利 (US7894989) 则揭露海域电磁波测量勘探地球垂直地电阻异向性 (earth vertical electrical anisotropy) 的方法,此方法同时需要测量在线和离线数据,其中包括至少一个对垂直电阻率明显敏感的电磁场分量和另一个对水平电阻率明显敏感的电磁场分量;MacGregor, Lucy M 等的专利 (US7126338) 揭露使用平行及垂直测量线的两个电磁源对相同或不同的接收器的勘探方法;Srnlka, Leonard J. 的专利 (US4617518) 揭露海域电磁深层勘探利用波长效应,以决定最佳来源和探测器的位置;Tasci, Tahsin M 等的专利 (US5563513) 揭露使用发电机连接固定接地的有电线电极 (grounded electrodes) 发射器的瞬变电磁勘探的设备与方法,其是于地球表面用磁力仪或感应线圈测量由地底产生的诱发涡流电流产生的磁场变化;Strack, Kurt M. 等的专利 (US7746077) 揭露运用牵引式电极 (towed electric dipole) 的海洋电磁波勘探方法,其中包括多个沿着电缆隔开排列的感应器模块,且每一模块至少含有一个磁场感应器与至少一对电极;Strack, Kurt M. 的专利

(US7800374) 则揭露多元件海洋电磁波信号采集电缆和系统;Alumbaugh, David 等的专利(US7860655) 揭露在浅水和陆地环境下以电磁方式侦测高电阻薄层的技术,其中包括使用第一个感应器来执行第一个电磁场测量以获得的第二数据,其象征高电阻体的存在,且此第二数据相对易受由空气界面层(an air layer boundary) 所引发效应的影响,该技术亦包含了使用第二个感应器来执行第二电磁场测量以获得的第二数据,此同样亦象征着高电阻体的存在。

[0005] 然而,以上所述的专利皆未使用一种具变动频谱(variable spectrum) 功能的小体积电磁波发射器,其可提供不同深度的勘探及可移动性。此外,上述专利亦未采用于野外布置的高动态及高灵敏的三维磁场感应器,其可将大量接收器配置于勘探区域,并由三维的磁场数据,演算出大地电磁的勘探。

[0006] 目前亦存在一些与震测同时进行电磁波勘探的专利;如 Kurt M. Strack 的专利(US7328107),其是揭露使用可控电磁源的电磁勘探结合地震勘探数据的综合解读,进一步综合解读的数据包括重力、磁力、任何类型地震数据和井测数据,而不同方法所得到的数据反复的互相牵制,并和已知的储存层数据比对,以获得最佳的解读;Kurt M. Strack 的专利(US7340348) 是揭露震测电压(Seismoelectric) 及电压地震(Electricseismic) 的野外作业及数据解读方法;Oyvind Hillesund 的专利公开案(US20100172205) 揭露于外海托着一长条管状的接收器上面布有多组磁场感应器及地震检波器,每一地震检波器包括至少一压力型(pressure responsive receiver) 及至少一摆锤型(particle motion responsive receiver) 的检波器,地震源则在预设时间于水中激发,并记录在每一压力型检波器,摆锤型检波器及磁场感应器的数据。

[0007] 然而,以上所述专利皆未使用与三维磁场感应器及地震检波器相连接的小体积接收器,由此于野外得以随意布置;此外,亦未提及任何可以同时施行三维地震勘探及三维瞬变电磁勘探的方法及仪器。

[0008] 为克服前述缺点,本发明提供一缩小尺寸且可由卡车拖曳的电磁波发射回线源,以便于野外作业,尤其便于陆上勘探。此外,通过将分散的接收器设计为具有高动态范围、高灵敏度以及小体积的磁场感应器者,由此得以布置高密度、多数量连接磁感应器的接收器。又,本发明亦揭示有合并电磁波探勘及地震探勘的野外作业设备,以及由高密度的三维磁场数据演算而得的大地电磁勘探方法。

发明内容

[0009] 本发明的主要目的在于提供一种电磁及其综合勘探的设备和方法,其中所使用的电磁波发射器为小体积,而便于野外移动及布置;多个发射器可并联以获得较大功率,或可交替使用以节省野外布置时间;此外,发射器亦可为电缆或导电棒所组成的回线圈,以便于卡车拖行。

[0010] 本发明的另一目的在于提供一种电磁及其综合勘探的设备和方法,其中通过使用不同脉冲的宽度及缓步时间(Ramp time),而得以控制电磁波发射器的功率频谱,进而控制不同探勘深度。

[0011] 本发明的另一目的在于提供一种电磁及其综合勘探的设备和方法,其中通过将磁场感应器设计为小体积且具有高动态区域与高灵敏,而得以便于野外布置成百上千个磁场

感应器,且大部分的接收器可长时间放置于固定格线点或随意定点,小部分的接收器则可随发射器移动。

[0012] 本发明的另一目的在于提供一种电磁及其综合勘探的设备及方法,其中通过高密度布置的磁场感应器所得的垂直分量,可演算出电场,并进而获得大地电磁勘探数据。

[0013] 本发明的另一目的在于提供一种电磁及其综合勘探的设备及方法,其中使用连接磁场感应器的接收器,可与地震检波器相连接,以于瞬变电磁勘探的同时或交互时间,亦进行三维的地震勘探。

[0014] 为达上述目的,本发明是提供一种电磁及其综合勘探的设备及方法,是利用瞬变电磁或结合大地电磁与地震波进行勘探,包括多个接收器以及多个可移动式激发电磁波源以及/或地震源;前述接收器是散布于被勘探区域内,且每一接收器是与一个一维或三维的磁场感应器、一地震检波器或微机电系统加速度计(Micro Electro-Mechanical System Accelerometer)以及至少一组配对电极中至少一者相连接,用以接收并纪录来自磁场感应器的磁场数据、以及/或来自地震检波器的地震波数据、以及/或来自配对电极的电场数据;前述电磁波源以及/或地震源是设置于邻近前述接收器的位置或与前述接收器相连接,用以发射电磁波讯号以及/或地震波讯号;通过分析所接收并纪录的磁场、地震波以及/或电场数据,而得以决定被勘探区域的地底结构。

[0015] 为对于本发明的特点与作用能有更深入的了解,现由实施例配合图式详述于后。

附图说明

[0016] 图 1 是显示本发明的系统配置,其中结合磁场感应器及地震检波感应的二合一记录器是分布于网格上或不规则分布于勘探区域,而架有电磁波发射器与地震振动器的卡车则于接收器附近移动。

[0017] 图 2 为一显示结合磁场感应器和地震检波器的二合一记录器的方块图,其中该记录器的体积大幅缩小,因此可容易配置于勘探区域。

[0018] 图 3 是显示电流脉冲发射器区块的架构图。

[0019] 图 4 是显示电流脉冲发射器的电流波形及其振幅、脉冲宽度与缓步时间。

[0020] 图 5 是显示具 1 秒缓步时间及 1 安培振幅的电流波形,而维持 1 安培电流振幅的时间(on time)为 1 秒。

[0021] 图 6 是显示图 5 中电流波形的频率响应。

[0022] 图 7 是显示电流波形的频率响应,将电流振幅及维持时间缩短 10%,并将缓步时间相对应提快为 0.1 秒,其中电流振幅为 0.1 安培,维持时间则为 0.1 秒。

[0023] 图 8 是显示一电磁波发射回线圈,其是利用容易组装的金属棒所制成。

[0024] 图 9 是显示一使用广域磁场感应器产生磁场回溯藉以抵消高灵敏磁场感应器背景磁场的方块图。

[0025] 图 10 为一方块图,其是显示使用一广域磁场感应器产生磁场回溯,以抵消高灵敏磁场感应器背景磁场,并于高灵敏磁场感应器上加上一磁场集中器(magnetic flux concentrator),以再度提高高灵敏磁场感应器的灵敏度。

[0026] 图 11 是显示用来由电磁场垂直分量计算电场的代表符号。

[0027] 附图标记说明:11、12- 电磁波源发射器;13、14- 地震源发射器;15- 接收器。

具体实施方式

[0028] 本发明是揭示一种电磁及其综合勘探的设备及方法,是利用瞬变电磁或结合大地电磁与地震波进行勘探,前述设备包括有多个接收器以及多个可移动式激发电磁波源以及/或地震源;其中前述多个接收器是散布于被勘探区域内,其中每一接收器是与一个一维或三维的便携式磁场感应器、一地震检波器或微机电系统加速度计(Micro Electro-Mechanical System Accelerometer)以及至少一组配对电极中至少一者相连接,用以接收并纪录来自便携式磁场感应器的一维或三维磁场数据、以及/或来自地震检波器的地震波数据、以及/或来自配对电极的电场数据;前述多个可移动式激发电磁波源以及/或地震源,是设置于邻近前述接收器的位置或与前述接收器相连接,用以发射电磁波讯号以及/或地震波讯号;由此,经由(例如使用一分析装置)分析所接收并纪录的磁场、地震波以及/或电场数据,而得以决定被勘探区域的地底结构。

[0029] 在一实施例中,每一接收器是与一个一维或三维的便携式磁场感应器相连接,并排列于一固定位置,以持续接收并纪录磁场数据;而激发电磁波源为一可移动式回线圈磁场发射器或接地电线源,并在不同的位置发射。

[0030] 在另一实施例中,每一接收器是与一个一维或三维的便携式磁场感应器相连接;前述多个接收器是排列成多列,通过将最后一列的接收器布置于一新方向的最前列,而朝该新方向卷进,以持续接收并纪录磁场数据;前述回线圈磁场发射器是朝向该卷进方向移动,并于预设时间或当一中央控制中心传来同步信号时发射电磁波讯号。

[0031] 在一实施例中每一接收器是与一个一维或三维的便携式磁场感应器与一或二组配对电极相连接,且是排列于一固定位置,以持续接收并纪录磁场与电场数据;而激发电磁波源为一可移动式回线圈磁场发射器或接地电线源,并在不同的位置发射。

[0032] 在另一实施例中,每一接收器是与一个一维或三维的便携式磁场感应器与一或二组配对电极相连接,且每一可移动式激发电磁波源是为一回线圈磁场发射器;前述多个接收器是排列成多列,通过将最后一列的接收器布置于一新方向的最前列,而朝该新方向卷进,以持续接收并纪录磁场与电场数据;前述回线圈磁场发射器是朝向该卷进方向移动,并在预设时间或当一中央控制中心传来同步信号时发射电磁波讯号。

[0033] 在一实施例中,每一接收器是与一或二组配对电极以及地震检波器或微机电系统加速度计相连接,且是排列于一固定位置,以持续接收并纪录电场与地震波数据;而激发电磁波源为一可移动式回线圈磁场发射器或接地电线源,且可移动式地震源是为震动器或炸药;前述激发电磁波源与地震源并在不同的位置发射。

[0034] 在另一实施例中,每一接收器是与一或二组配对电极以及地震检波器或微机电系统加速度计相连接,且每一可移动式激发电磁波源是为一回线圈磁场发射器,且可移动式地震源是为震动器或炸药;前述多个接收器是排列成多列,通过将最后一列的接收器布置于一新方向的最前列,而朝该新方向卷进,以持续接收并纪录电场与地震波数据;前述回线圈磁场发射器与地震源是朝向该卷进方向移动,并在预设时间或当一中央控制中心传来同步信号时发射电磁波讯号。

[0035] 在一实施例中,每一接收器是与一个一维或三维的便携式磁场感应器以及地震检波器或微机电系统加速度计相连接,且是排列于一固定位置,以持续接收并纪录磁场与地

震波数据；而激发电磁波源是为可移动式回线圈磁场发射器或接地电线源，且可移动式地震源是为震动器或炸药，前述激发电磁波源与地震源并在不同的位置发射。

[0036] 在另一实施例中，每一接收器是与一个一维或三维的便携式磁场感应器以及地震检波器或微机电系统加速度计相连接，且每一可移动式激发电磁波源是为一回线圈磁场发射器，且可移动式地震源是为震动器或炸药；前述多个接收器是排列成多列，通过将最后一列的接收器布置于一新方向的最前列，而朝该新方向卷进，以持续接收并纪录磁场与地震波数据；前述回线圈磁场发射器与地震源是朝向该卷进方向移动，并在预设时间或当一中央控制中心传来同步信号时发射电磁波讯号。

[0037] 在一实施例中，每一接收器是与一个一维或三维的便携式磁场感应器、一或二组配对电极以及地震检波器或微机电系统加速度计相连接，且是排列于一固定位置，以持续接收并纪录磁场、电场与地震波数据；而激发电磁波源为一可移动式回线圈磁场发射器或接地电线源，且可移动式地震源是为震动器或炸药，前述激发电磁波源与地震源是于不同的位置发射。

[0038] 在另一实施例中，每一接收器是与一个一维或三维的便携式磁场感应器、一或二组配对电极以及地震检波器或微机电系统加速度计相连接，且每一可移动式激发电磁波源是为一回线圈磁场发射器，且可移动式地震源是为震动器或炸药；前述多个接收器是排列成多列，通过将最后一列的接收器布置于一新方向的最前列，而朝该新方向卷进，以持续接收并纪录磁场、电场与地震波数据；前述回线圈磁场发射器与地震源是朝向该卷进方向移动，并在预设时间或当一中央控制中心传来同步信号时发射电磁波讯号。

[0039] 在一实施例中，每一接收器是与一个一维或三维的便携式磁场感应器相连接，且是排列于一固定位置，以持续接收并纪录磁场数据。由此，当没有电磁波发射时，前述磁场数据可用来作静态磁场探勘 (static magnetic survey)。

[0040] 在另一实施例中，每一接收器是与一个一维或三维的便携式磁场感应器相连接，且是排列于一固定位置，以持续接收并纪录磁场数据，而电场数据可由高密度分布的磁场对时间变化取得。由此，当没有电磁波发射时，前述电场数据可用来作自然电位探勘 (spontaneous potential survey)；且当只有地震发射源发射时，前述电场数据是可用来作压电异常的探勘 (electroseismic anomaly survey)。

[0041] 在一实施例中，每一接收器是与微机电系统加速度计相连接，且是排列于一固定位置，以持续接收并纪录地震波数据。由此，当地震源没有发射时，前述地震波数据可用来作重力探勘；而当只有电磁发射源发射时，前述地震波数据则可用来作压电异常的探勘。

[0042] 在另一实施例中，每一接收器是与一或二组配对电极相连接，且是排列于一固定位置，以持续接收并纪录电场数据。由此，当没有电磁波发射时，前述电场数据可用来作自然电位探勘；而当只有地震发射源发射时，前述电场数据则可用来作压电异常的探勘。

[0043] 在一实施例中，该每一可移动式激发电磁波源更包括一回线圈、一发电机、一变压器、多个电容阵列以及一高电流脉冲产生器；其中该高电流脉冲产生器更包括一用以产生脉冲宽度调制的中央处理器以及多个驱动器，前述驱动器是用以驱动多个绝缘栅双极型晶体管 (insulated gate bipolar transistors)，以驱动回线圈的大电流并产生缓步时间 (ramp time)；前述回线圈是由电缆或多条头尾连接的金属棒制成；前述高电流脉冲产生器是根据所欲勘探目标的深度，而产生不同脉冲宽度以及缓步时间的电流波形；此外，前述高

电流脉冲产生器可使用相同的电容阵列,以将电流大小及缓步时间等比缩小,以产生不同脉冲宽度以及缓步时间的电流波形。

[0044] 在一实施例中,每一可移动式激发电磁波源是根据所欲勘探目标深度,在同一发射地点,产生不同脉冲宽度以及缓步时间的电流波形。

[0045] 在另一实施例中,前述多个接收器是高密度排列,以自垂直磁场演算出电场;且该多个接收器是置放一段时间,以获得大地电磁数据。

[0046] 在一实施例中,至少二可移动式激发电磁波源是同步使用,以增加发射功率。

[0047] 在另一实施例中,前述便携式磁场感应器更包括一第一磁场感应单元与一第二磁场感应单元;该第一磁场感应单元是具有低测量动态与高灵敏度,且是于背景磁场被消除的前提下被测量;该第二磁场感应单元则为具有较宽测量动态与低灵敏度,用以产生一电流,以于第一磁场感应单元的位置消除前述背景磁场;其中,该第一磁场感应单元是与一磁通集中放大器相连接,以提高其灵敏度;该第二磁场感应单元所产生的电流是流经一线圈,且该线圈是为一亥姆霍兹(Helmholtz)线圈、一螺线管线圈(Solenoid coil)、一普通线圈或一电线

[0048] 在另一实施例中,前述第一及第二磁场感应单元是为线圈式磁场感应器、磁性隧道结(Magnetic Tunnel Junction)、磁阻抗感应器(Magneto Impedance)、磁致电阻(Magnetoresistance)或巨型磁致电阻(Giant Magnetoresistance)。

[0049] 在一实施例中,前述第一磁场感应单元使用至少一磁通放大器(magnetic flux concentrator)。

[0050] 在实施上,图1是显示根据本发明的野外数据收集布置系统,其中是将数以百计或上千的接收器15布置于网格上或随意地分布,这些接收器15可同时连接一维或三维的便携式磁场感应器、成双的配对电极以及地震检波器,或上述三者的任意组合。在本实施例中,可移动式激发电磁波源以及地震源是设计为发射器型态,即电磁波源发射器11、12以及地震源发射器13、14;这些发射器可由卡车拖曳而于接收器阵列附近移动;或与接收器一起向某个方向滚进,将最后一排的接收器移到网路上新的前排,同时发射器也往前移动一网格的距离。为达到多倍发射功率,可使用多个同步发射器。为了节省野外布置时间,亦可将多组发射器交互使用。地震波源于其附近移动,或与电磁波发射器一起移动,并同时或交互时间发射,以同时取得电磁场,电场或三维地震勘探的数据。

[0051] 图2为独立接收器的方块图,包括有卫星定位模块、大区域无线收发器、高准确的实时电子钟(Real Time Clock)、中央处理器、数据储存装置、低漂移信号前端放大器、以及一与中控中心沟通的小区域无线沟通系统。此独立接收器可连接一维或三维的磁场感应器、配对的电流极和检波器。在野外作业时,发射器与接收器之间的同步很重要;此接收器可采用两种方式来达到同步的目的;其中之一为通过由中控中心发射同步的无线信号给所有的发射器及接收器;另一方式则可使用卫星定位模块来达到同步实时钟的目的。卫星定位模块每秒可以产生一个脉冲时序(PPS),所有发射器及接收器的实时钟在野外作业的前通过区域的无线收发器来同步,并由中控中心载入特定的日期/时间,以及在该特定时间预定要做的行动,实时钟也产生用来触发模拟信号到数位信号的时序,并于固定的时间由卫星定位模块的PPS来同步。

[0052] 图3为卡车拖曳的电磁波发射器方块图,从三相发电机所产生的交流电,经过整

流,并于必要时通过升压来对电容阵列充电,其中电容阵列是作为脉冲波的正、负电压电源。卡车拖曳的回线圈由电缆或导电棒组成,脉冲波是由脉冲产生器则是使用脉冲宽度调制(pulse width modulation),以控制绝缘栅双极型晶体管(IGBT)产生不同的脉冲宽度及缓步时间,而大电流的脉冲则由多组平行的 IGBT 并联而成。

[0053] 图 4 是显示回线圈发射器所产生电流的波形,脉冲的最大电流为“ A” 安培,并维持“ T_{on} ” 秒;开或关时有“ T_{ramp} ” 秒的缓步时间,电流关掉后,维持“ T_{off} ” 秒后再进入下一周期。于关掉后,电容阵列需于充份的时间内充饱电以提供下一周期脉冲所需的电源。如图 3 所示,于 A 及 B 点的电压和留入回线圈的关系为

$$[0054] \quad V = I \cdot R + L(dI/dt) \quad (1)$$

[0055] 其中 R 及 L 分别为回线圈的电组及电感。

[0056] 图 5 为使用电流脉冲范例的一示意图,其中脉冲宽度及上升、下降缓步时间各为一秒,电流最高值为“ 1” 安培。图 6 是显示该电流脉冲的频率响应。图 7 则是显示图 5 中电流脉冲等比例缩小的频率响应图,其中最大电流缩小为十分之一安培,缓步时间缩小为十分之一秒,脉冲宽度则缩小为十分之一秒,如此等比例缩小的电流脉冲的频率响应,展现较低的振幅(Amplitude),但展现较图 5 为宽的频率,表示使用该脉冲于勘探上,具有比例上较高频的激发能量,而所勘探的目标也将较为浅层。电流波型的振幅跟上升及下降的缓步时间等比的缩小,这样可以使使用相同的电容阵列以提供推动回线圈电感电压上升或下降所需要的电压。上述两个电流脉冲范例,为驱动如图 5 所示的上升电流,所需电压为“ $L \cdot dI/dt = L$ ”;相同的电压值亦可驱动如图 7 所示的上升电流,其原因在于虽然 dI/dt 提升了 10 倍,但电流振幅相对减少了 10 倍;通过此种实用的设计,可以使用相同的电源来产生不同能量频谱的电流脉冲。

[0057] 图 8 为使用金属条以形成回线圈的示意图。于相同截面积下,其可提供比电缆较低的电阻,金属条之间可使用较软的电缆,并用螺丝锁定或焊接以预先接成一回线圈,由此可便于野外布置,并可由卡车拖曳。

[0058] 图 9 为高动态高灵敏磁场感应器的方块图。其是由两个单分量(Single Component)的磁场感应器组成;其中第一磁场感应单元具有较高灵敏度但低动态区域,第二磁场感应单元则具有较高的动态区域但低灵敏度;由第二磁场感应单元产生的磁场可产生电流,所产生电流再流经 Helmholtz 线圈或其它可产生磁场的回线圈后,可消除第一磁场感应单元附近沿着线圈轴心方向的背景磁场。测量第一磁场感应单元所产生的磁场,并由流经线圈的电流值计算出其所产生的逆向磁场值,最终磁场则为两者的总和。

[0059] 图 10 与图 9 相似,但其中是使用磁通放大器来进一步增加高灵敏度的磁场感应单元的灵敏度。在不同电流值流经 Helmholtz 线圈测量轴心中间点延着轴心方向的磁场值,以得到电流和产生的磁场关系图,测量第一磁场感应单元所产生的磁场,并由流经线圈的电流值及电流和产生的磁场关系图差分计算出其所产生的逆向磁场值,最终磁场则为两者的总和。

[0060] 图 11 是显示由电磁场的垂直分量来计算电场的一些代表符号,由马克斯威尔(Maxwell)公式,我们取得:

$$[0061] \quad \oint E \cdot dx = -d\Phi_n, s/dt \quad (2)$$

[0062] 第二式表示沿着地表的封闭线路上的电场值的积分总合等于流经该封闭线路所

围起来的地面的磁场垂直分量的逆变化率。假设 $E_{i,j}$ 是沿着格子 Cell[I, j] 绕行的电场, $BZ_{i,j}$ 是该格子上垂直格面的磁场分量, 并假设格子够小所以 $E_{i,j}$ 及 $BZ_{i,j}$ 为均匀的, 我们得到:

[0063] $E_{i,j} = -(d1*dBZ_{i,j}/dt)/4$

[0064] 其中 d1 为格子的边长。

[0065] 则沿着 X 方向的电场分量为

[0066] $EX_{i,j} = E_{i,j} - E_{i,j-1}$,

[0067] 沿着 X 方向的电场分量为

[0068] $EY_{i,j} = E_{i-1,j} - E_{i,j}$

[0069] 综上所述, 依上文所揭示的内容, 本发明确可达到发明的预期目的, 提供一种利用瞬变电磁或结合大地电磁与地震波进行勘探的电磁及其综合勘探的设备及方法。其极具产业利用的价值, 依法提出专利申请。

[0070] 又上述说明与图式仅是用以说明本发明的实施例, 凡熟于此业技艺的人士, 仍可做等效的局部变化与修饰, 其并未脱离本发明的技术与精神。

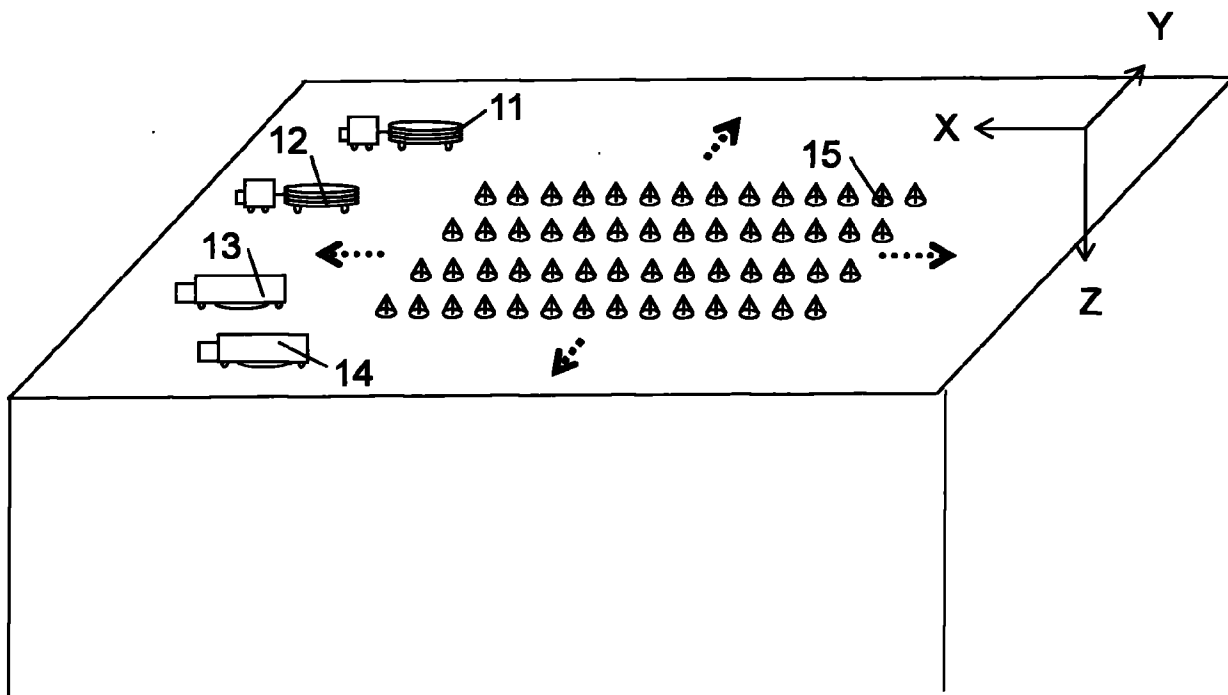


图 1

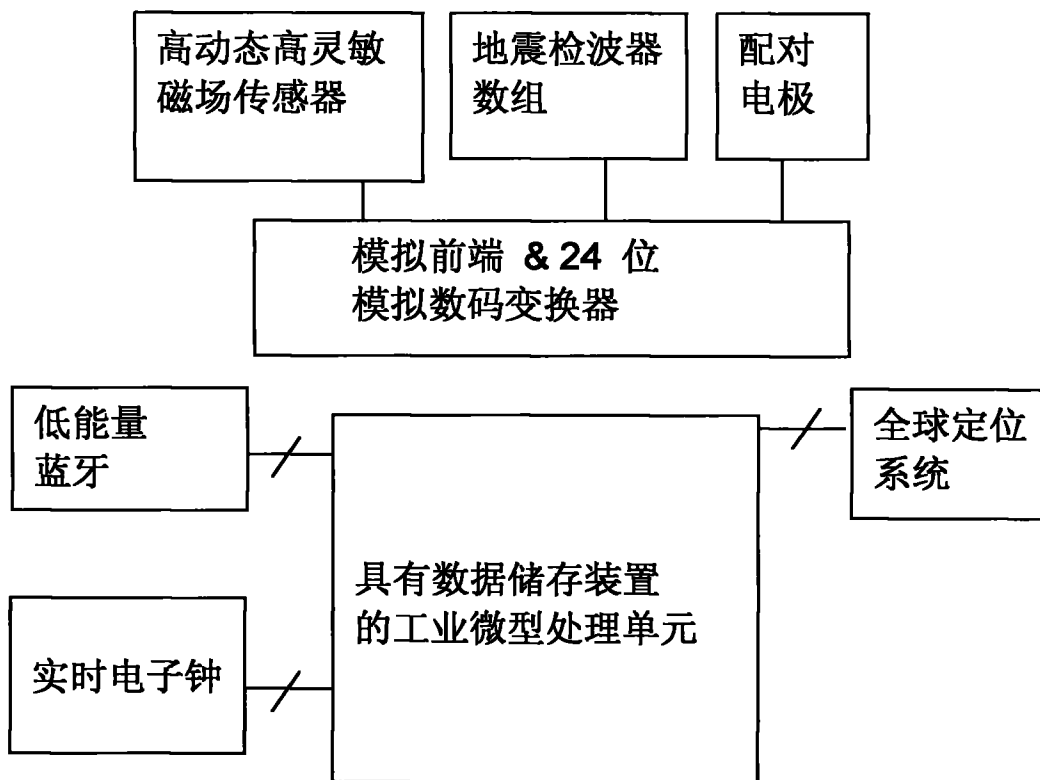


图 2

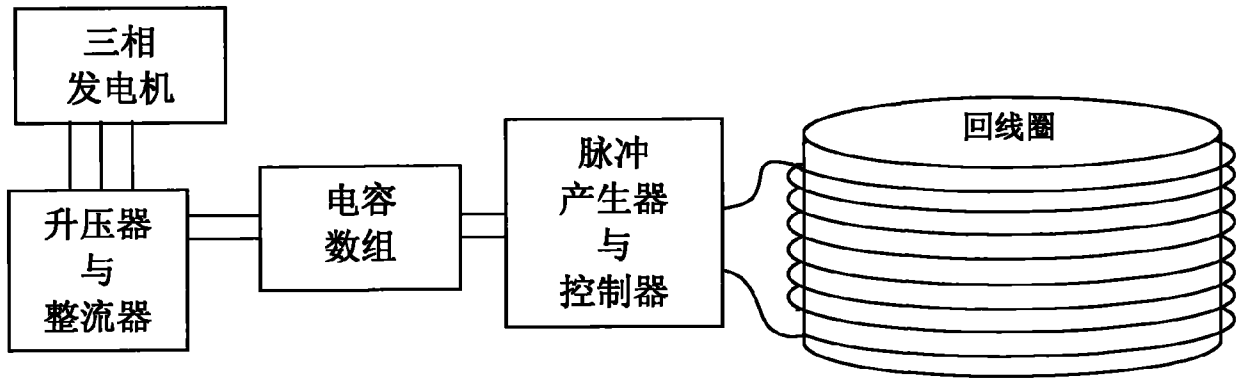


图 3

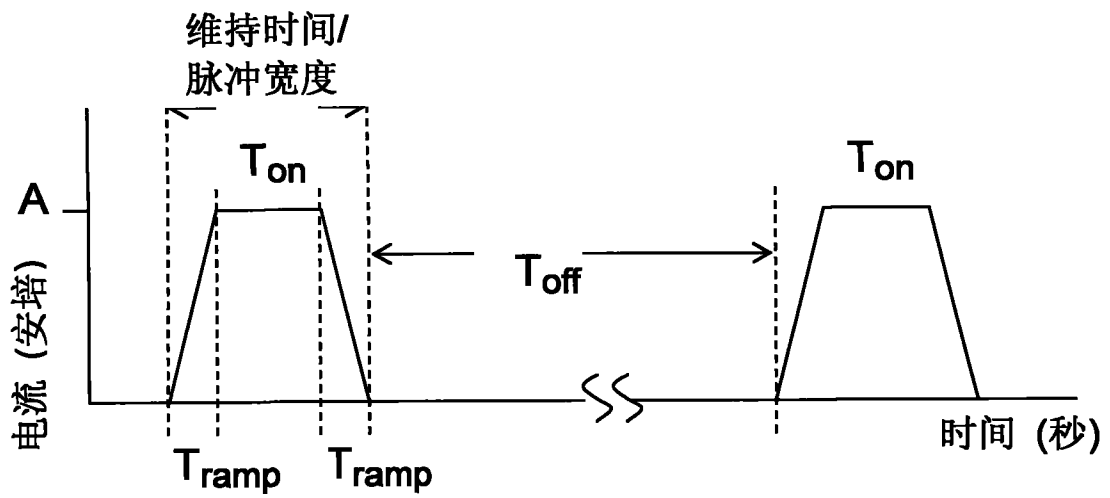


图 4

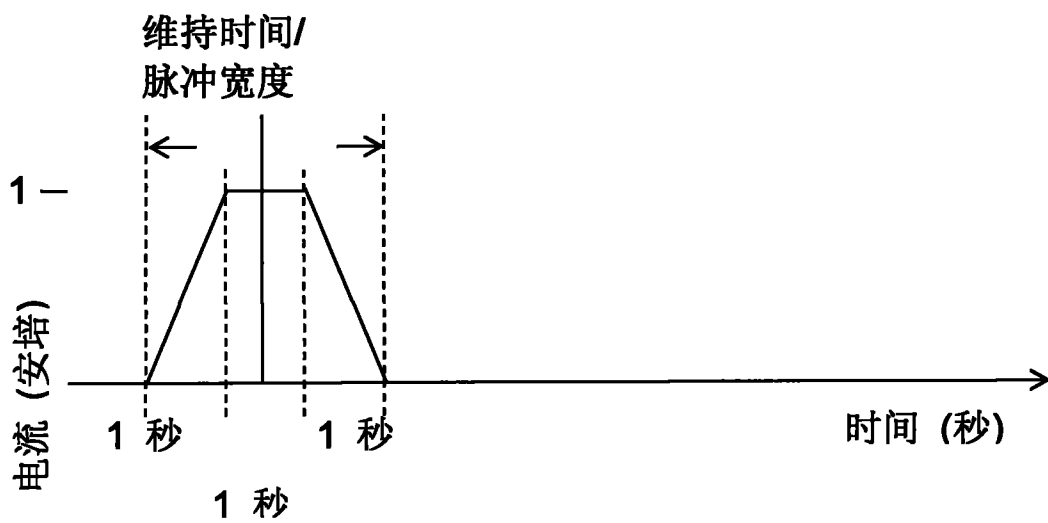


图 5

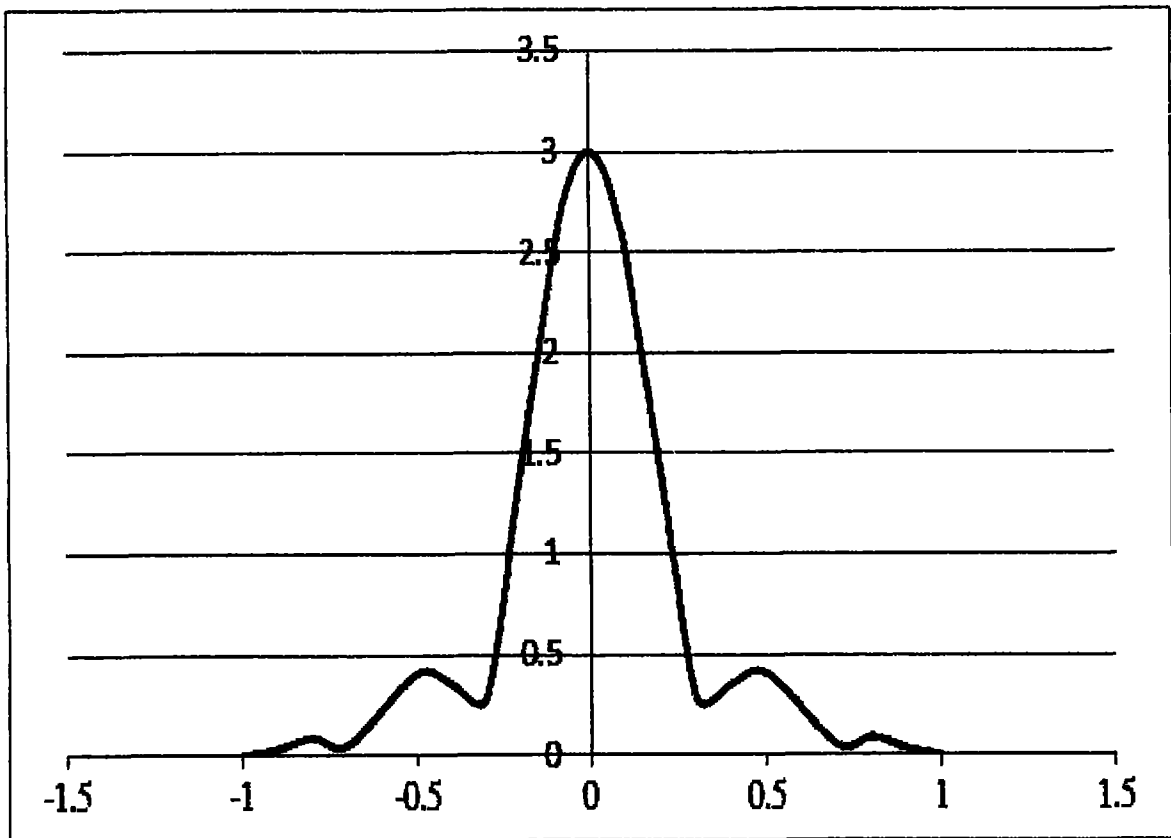


图 6

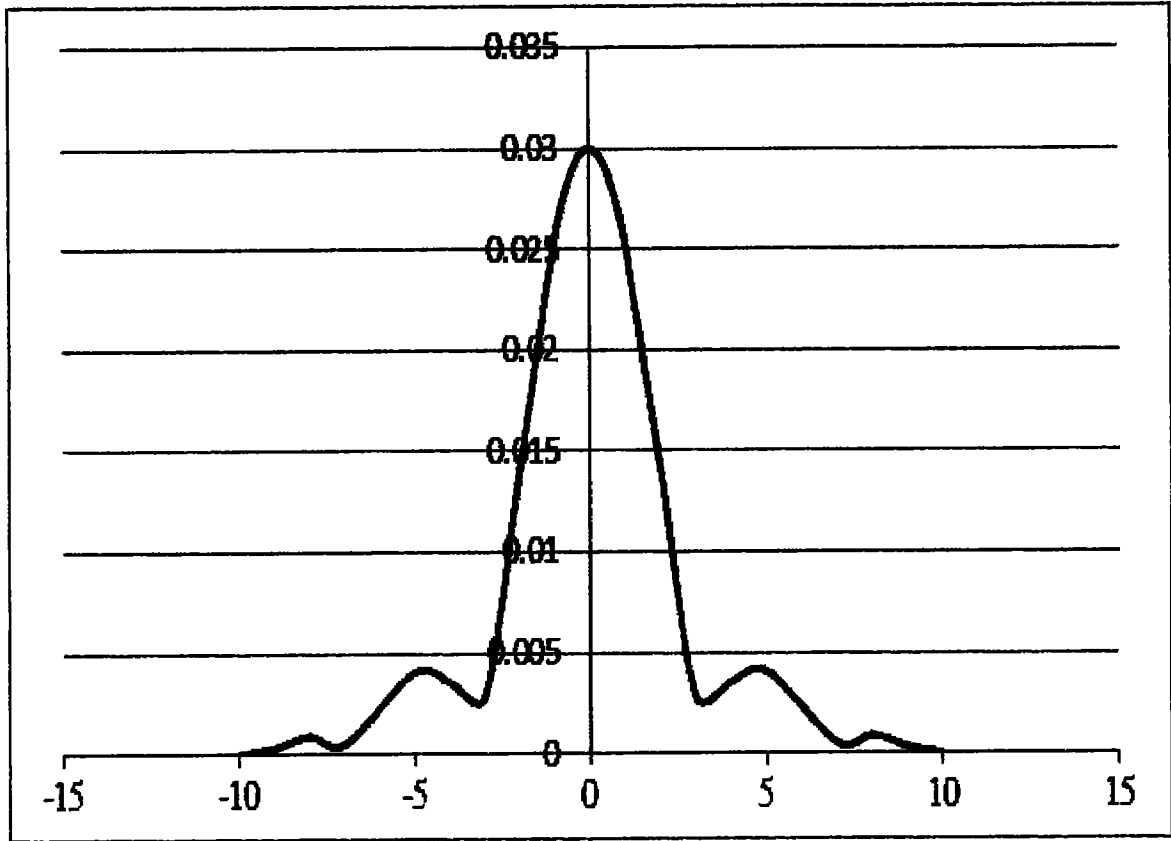


图 7

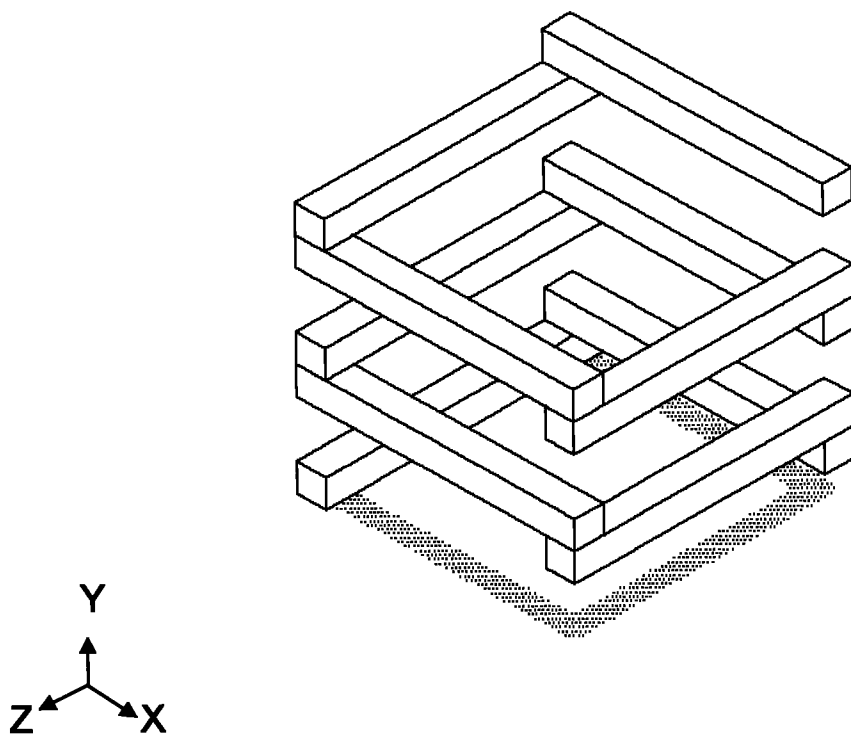


图 8

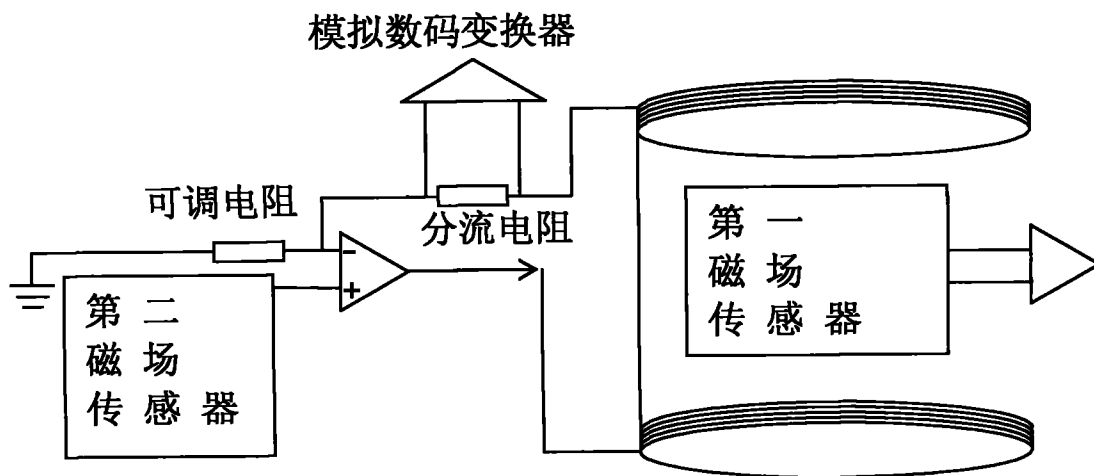


图 9

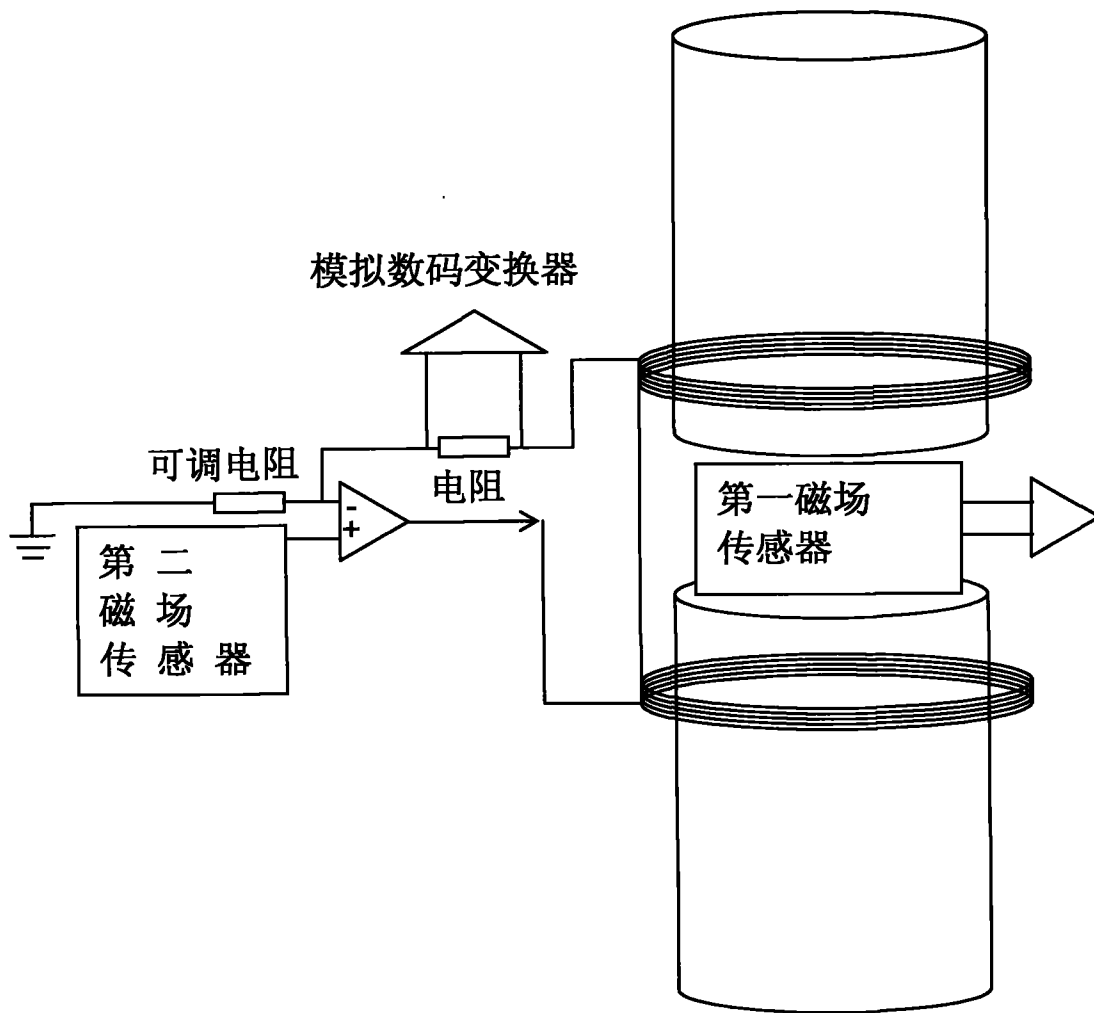


图 10

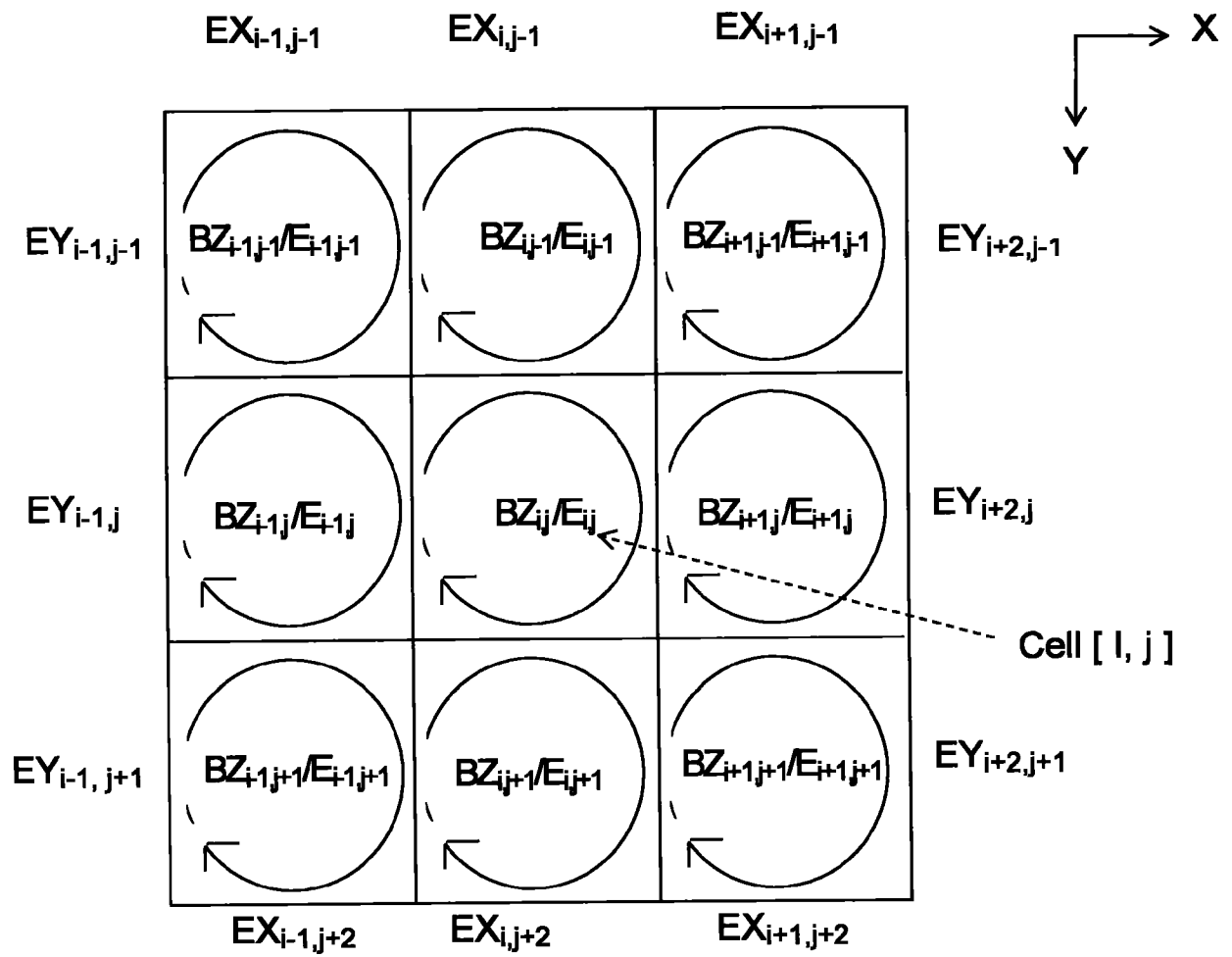


图 11