



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102753090 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 24

(21) 申请号 201080049651. X

(22) 申请日 2010. 10. 29

(30) 优先权数据

61/256, 795 2009. 10. 30 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 04. 27

(86) PCT申请的申请数据

PCT/CN2010/001719 2010. 10. 29

(87) PCT申请的公布数据

W02011/050582 EN 2011. 05. 05

(71) 申请人 香港大学

地址 中国香港薄扶林道

(72) 发明人 胡勇 陆颀骥

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 高为 王忠忠

(51) Int. Cl.

A61B 5/04(2006. 01)

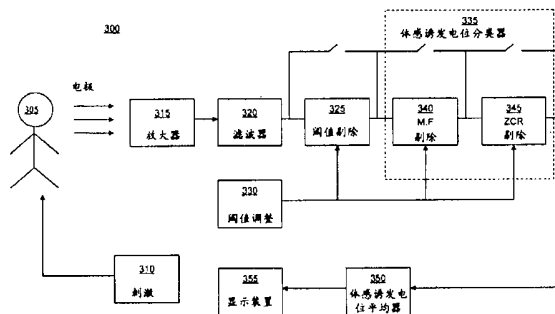
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 6 页

(54) 发明名称

体感诱发电位波形的分类器

(57) 摘要

这里公开了与体感诱发电位波形的分类相关的实施例。



1. 一种方法,包括:

至少部分基于至少一个诱发电位记录的中频和测量到的所述至少一个诱发电位记录的过零率来分类所述至少一个诱发电位记录;以及

至少部分基于大致在特定范围之内的所述中频和所述过零率来剔除所述至少一个诱发电位记录。

2. 如权利要求 1 所述的方法,还包括响应一个或更多的体感刺激而记录所述至少一个诱发电位记录。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述至少一个诱发电位记录从人或动物体得到。

4. 如权利要求 1 所述的方法,还包括对至少两个可接受的诱发电位记录求平均以生成合成诱发电位记录。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述中频被计算为

$$\sum_{k=0}^{f_{\text{median}}} P(f_k) = \sum_{k=f_{\text{median}}}^{f_c/2} P(f_k)$$

其中,  $P(f_k)$  包括所述至少一个诱发电位记录的功率谱的  $k_{\text{th}}$  样本,  $f_c$  包括取样频率,以及  $f_{\text{median}}$  包括所述中频。

6. 如权利要求 5 所述的方法,其中,阈值中频大致在 10Hz 与 150Hz 之间的范围之内。

7. 如权利要求 6 所述的方法,其中,所述阈值中频是用户可选择的。

8. 如权利要求 6 所述的方法,其中,如果所述中频基本上等于或高于所述阈值中频,则所述至少一个诱发电位记录被分类为被剔除。

9. 如权利要求 1 所述的方法,还包括在显示装置上呈现所述中频。

10. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述过零率被计算为

$$zcr = \frac{1}{T} \sum_{i=0}^{T-1} \Pi \{s_i s_{i-1} < 0\}$$

其中  $s$  包括具有长度  $T$  的所述至少一个诱发电位记录,并且如果变元  $A$  为真则指示符函数  $\Pi \{A\}$  为 1, 否则为 0。

11. 如权利要求 10 所述的方法,其中,阈值过零率大致在 1 至 100 的范围之内。

12. 如权利要求 11 所述的方法,其中,所述阈值过零率是用户可选择的。

13. 如权利要求 11 所述的方法,其中,如果测量到的过零率基本上等于或高于所述阈值过零率,则至少一个诱发电位记录被分类为被剔除。

14. 如权利要求 1 所述的方法,还包括在显示装置上呈现所述测量到的过零率。

15. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述诱发电位记录包括体感诱发电位 (SEP) 记录。

16. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述诱发电位记录包括下列至少一个: 脑电图、神经传导记录、视觉诱发电位、音频诱发电位或者它们的任何组合。

17. 如权利要求 1 所述的方法,还包括接收表示所述至少一个诱发电位记录的一个或更多的二进制数字信号。

18. 一种设备,包括:

计算平台;

所述计算平台至少部分基于至少一个诱发电位记录的中频和测量到的所述至少一个

诱发电位记录的过零率来分类所述至少一个诱发电位记录 ;以及

至少部分基于大致在特定范围内的所述中频和所述过零率来剔除所述至少一个诱发电位记录。

19. 如权利要求 18 所述的设备,其中,所述计算平台能够对至少两个可接受的诱发电位记录求平均以生成合成诱发电位记录。

20. 如权利要求 18 所述的设备,其中,所述诱发电位记录包括体感诱发电位 (SEP) 记录。

21. 如权利要求 18 所述的设备,其中,所述计算平台能够计算所述中频为

$$\sum_{k=0}^{f_{\text{median}}} P(f_k) = \sum_{k=f_{\text{median}}}^{f_c/2} P(f_k)$$

其中,  $P(f_k)$  包括所述至少一个诱发电位记录的功率谱的  $k_{\text{th}}$  样本,  $f_c$  包括取样频率,以及  $f_{\text{median}}$  包括所述中频。

22. 如权利要求 18 所述的设备,其中,所述计算平台能够计算所述过零率为

$$zcr = \frac{1}{T} \sum_{i=0}^{T-1} \Pi \{s_i s_{i-1} < 0\}$$

其中  $s$  包括具有长度  $T$  的所述至少一个诱发电位记录,并且如果变元  $A$  为真则指示符函数  $\Pi \{A\}$  为 1,否则为 0。

23. 一种制品,包括 :存储介质,其上存储了由处理器可执行的指令以 :

至少部分基于至少一个诱发电位记录的中频和测量到的所述至少一个诱发电位记录的过零率来分类所述至少一个诱发电位记录 ;以及

至少部分基于大致在特定范围内的所述中频和所述过零率来剔除所述至少一个诱发电位记录。

24. 如权利要求 23 所述的制品,其中,所述指令还是所述处理器可执行的,以对至少两个可接受的诱发电位记录求平均,从而生成合成诱发电位记录。

25. 如权利要求 23 所述的制品,其中,所述指令还是所述处理器可执行的,以响应一个或更多的体感刺激而记录所述至少一个诱发电位记录。

26. 如权利要求 23 所述的制品,其中,所述指令还是所述处理器可执行的,以计算所述中频为

$$\sum_{k=0}^{f_{\text{median}}} P(f_k) = \sum_{k=f_{\text{median}}}^{f_c/2} P(f_k)$$

其中,  $P(f_k)$  包括所述至少一个诱发电位记录的功率谱的  $k_{\text{th}}$  样本,  $f_c$  包括取样频率,以及  $f_{\text{median}}$  包括所述中频。

27. 如权利要求 23 所述的制品,其中,所述指令还是所述处理器可执行的,以计算所述过零率为

$$zcr = \frac{1}{T} \sum_{i=0}^{T-1} \Pi \{s_i s_{i-1} < 0\}$$

其中  $s$  包括具有长度  $T$  的所述至少一个诱发电位记录,并且如果变元  $A$  为真则指示符函数  $\Pi \{A\}$  为 1,否则为 0。

## 体感诱发电位波形的分类器

### 相关申请的交叉引用

[0001] 本申请要求 2009 年 10 月 30 日提交的标题为“体感诱发电位波形的分类”，序号 61/256,795 的临时专利申请的优先权，其通过引用将其完整地结合与此，并且转让给当前要求保护的主题的受让人。

### 背景技术

[0002] 这里所公开的主题涉及体感诱发电位波形的分类。

[0003] 其末梢神经、脊髓、脑干或初级体感皮质受到损伤的个人可通过检查来检测损伤的严重性或者监测其体感通路中的神经结构。检查体感神经通路的完整性和功能状态的一种方式是通过监测诱发电位。在上下文中，术语“诱发电位”意在表示由个人的神经系统响应感觉刺激所生成的电响应。体感诱发电位 (SEPs) 可由可沿体感通路反射神经结构的依次激活的一系列波来组成。

[0004] 胸索 - 蹄索系统可包括中枢神经系统中的 SEP 的解剖基质。例如，上下文中的手术中 SEP 监测表示用于降低脊柱外科手术或神经外科手术期间对脊髓的医源性损伤的风险的技术。SEP 波形可被记录和评估。但是，SEP 记录可能伴随可降低 SEP 记录的质量的噪声信号，从而使识别 SEP 记录的一个或更多的峰值信号值变得更有挑战性。例如，这类噪声信号可能影响例如处理 SEP 记录的等待时间 / 幅度测量的精度或者例如破坏处理 SEP 记录的方法。在上下文中又称作伪影的这类噪声信号可包括来自生理或非生理源的相对瞬变现象。

### 发明内容

[0005] 按照本发明的一个方面提供了一种方法，包括：至少部分基于至少一个诱发电位记录的中频和测量到的所述至少一个诱发电位记录的过零率来分类所述至少一个诱发电位记录；以及至少部分基于大致处于特定范围内的所述中频和所述过零率来剔除所述至少一个诱发电位记录。

[0006] 按照本发明的一个方面提供了一种设备，包括：计算平台；所述计算平台至少部分基于至少一个诱发电位记录的中频和测量到的所述至少一个诱发电位记录的过零率来分类所述至少一个诱发电位记录；以及至少部分基于大致处于特定范围内的所述中频和所述过零率来剔除所述至少一个诱发电位记录。

[0007] 按照本发明的一个方面提供了一种制品，包括：存储介质，其上存储了由处理器可执行的指令以：至少部分基于至少一个诱发电位记录的中频和测量到的所述至少一个诱发电位记录的过零率来分类所述至少一个诱发电位记录；以及至少部分基于大致处于特定范围内的所述中频和所述过零率来剔除所述至少一个诱发电位记录。

### 附图说明

[0008] 参照以下附图来描述非限制性并且非详尽的方面，其中除非另加说明，相似参考

标号在各个附图中表示相似部分。

- [0009] 图 1A-C 示出从 SEP 记录所提取的噪声信号的示例。
- [0010] 图 2A-C 示出从 SEP 记录所提取的 SEP 波形的示例。
- [0011] 图 3 是按照一种实施的伪影处理的系统的示意图。
- [0012] 图 4A 示出按照一种实施的包含噪声信号的 SEP 记录的示例。
- [0013] 图 4B 示出按照一种实施的 SEP 记录的频谱的图。
- [0014] 图 4C 示出按照一种实施的包含噪声信号的 SEP 记录的 另一个示例。
- [0015] 图 4D 示出按照一种实施的 SEP 记录的频谱的另一个图。
- [0016] 图 5A 和图 5B 示出按照一种实施的 SEP 记录中的过零点的示例计算。
- [0017] 图 6 示出按照一种实施的 SEP 分类器。

### 具体实施方式

[0018] 就特定设备或者专用计算装置或平台的存储器中存储的二进制数字信号上的操作的算法或符号表示提供了细节描述的一些部分。在这个具体说明书的上下文中,术语特定设备等包括通用计算机或其它计算装置,一旦其被编程为按照来自程序软件的指令来执行特定功能。算法描述或符号表示是由信号处理或相关领域的技术人员用于向本领域的其它技术人员传达其工作内容的技术的示例。算法在这里以及一般地是被认为是指向预期结果的有条理的操作序列或类似的信号处理。在上下文中,操作或处理涉及物理量的物理操纵。虽然并非必须,但这类量通常采取能够被存储、传递、组合、比较或者操纵的电或磁信号的形式。

[0019] 将这类信号称作位、数据、值、元素、符号、字符、项、号码、数字等,已经被证明有时是便利的,主要是由于通常使用的原因。但是应当理解,所有这些或类似的术语要与适当的物理量关联,并且只是便捷的标签。除非另加具体说明,正如从以下论述中显而易见的那样,应当理解,在本说明书通篇中,利用诸如“处理”、“计算”、“推算”、“确定”之类术语的讨论表示诸如专用计算机或类似专用电子计算装置之类的特定设备的动作或过程。因此,在本说明书的上下文中,专用计算机或者类似专用电子计算装置能够操纵或变换信号,其典型地在专用计算机或类似专用电子计算装置的存储器、寄存器或者其它信息存储装置、传输装置或者显示装置中表示为物理电子或磁量。例如,特定计算设备可包括以执行一个或更多的特定功能的指令编程的一个或更多的处理器。

[0020] 提供一种用于分类 SEP 波形的体感诱发电位 (SEP) 记录的方法或系统。这里所使用的“SEP 波形”可表示可指示沿体感通路的神经结构的依次激活的一系列电波。这类体感通路可位于例如人体脊髓中。通常,SEP 记录可表示包含一个或更多的 SEP 信号波形和一个或更多的噪声信号波形的组合的一个或更多的所记录的信号。因此,例如,SEP 记录以数字格式存储在,例如,存储器装置中。在至少一些实施例中,如前面所示,可在也可带来一个或更多的噪声信号波形连同一个或更多的 SEP 信号波形的环境中创建记录。如前面所述,SEP 记录可从个人的体感通路来得到。

[0021] 在按照要求保护的主题的实施例中,如下面更详细描述的那样,SEP 记录可至少部分基于某些特性来分类。这类特性的示例非限制性地可包括基于时间(时间的)或者基于频率的特性。例如,这类特性可被用于作出与例如要被用于评估个人的体感通路的充分质

量的 SEP 记录有关的确定。

[0022] 在一些情况下, SEP 记录可充分地受到对于丢弃特定记录更有效的环境噪声信号的影响。例如, 在一些实施例中, SEP 合成记录可通过对充分适当的 SEP 记录进行平均或者滤波或处理来得到。但是, 充分受到噪声影响以保证丢弃的 SEP 记录可甚至例如降级 SEP 合成记录。因此, 例如通过忽略这类 SEP 记录, SEP 合成记录可通过例如对于比如果包括这类 SEP 记录更少数量的适当 SEP 记录求平均来得到。

[0023] 这里所使用的“伪影”可表示可影响 SEP 记录的一个或更多的噪声信号波形。例如, 伪影可包括来自生理或非生理源的瞬变现象。

[0024] 例如, 包含充分的伪影以影响个人的体感通路的评估的 SEP 记录可被检测并且可能被忽略, 如果需要的话。例如, 具有这种能力可准许在这种 SEP 记录没有被 SEP 记录中的噪声信号的存在过度影响或改变的时期上来获得 SEP 记录。

[0025] 例如, 一些情况中的 SEP 记录可包括在一等级上的信号幅度或者足够的伪影, 使得 SEP 记录的降级可能难以通过信号处理来补偿或调整。例如, 通常采用信号平均或信号滤波的形式的信号处理表示用于区别 SEP 信号波形和噪声信号波形的技术。例如, 噪声信号波形可至少部分通过由记录电极所拾取的寄生或背景电信号来产生。例如, 如果发生这种情况, 这类噪声信号通常与 SEP 信号波形相结合作为产生 SEP 记录的记录过程的一部分。在上下文中的伪影剔除表示检测和忽略如果 SEP 合成记录将包括那些 SEP 记录则难以通过对于 SEP 合成记录的降级的信号处理来补偿或调整的具有充分等级的噪声信号的那些 SEP 记录。因此, 伪影检测和忽略可包括用于为 SEP 合成记录选择 SEP 记录的有效工具。

[0026] SEP 记录可受到一个或更多的噪声信号波形的存在的影响。在一个具体实施例中, SEP 合成记录可通过对若干单独 SEP 记录求平均来生成。但是, 在上下文中, 术语求平均包括加权平均或者其它类型的信号滤波方式, 例如高通滤波、低通滤波、FIR 滤波或者 IIR 滤波, 这里仅提供几个示例。通过对若干 SEP 记录求平均, 可降低特定噪声信号波形存在的影响。例如, 可评估可产生的 SEP 合成记录, 以至少部分确定沿个人的体感通路的神经结构的可手术性或健康状态。

[0027] 图 1A-C 示出从 SEP 记录所提取的噪声信号的示例。图 1A-C 的图 100、105 和 110 示出在一时间间隔上的电压信号的测量结果的示例。在这些示例中, 以毫伏的增量来示出电压信号电平, 并且以毫秒来示出时间。如图所示, 图 100、105 和 110 示出在较短时间增量上可以波动的电压信号电平测量结果, 例如大约 0.05-0.20mV, 从而导致看来与“平滑”相反的“起伏”的图。

[0028] 图 2A-C 示出从 SEP 记录所提取的 SEP 波形的示例。图 2A-C 的图 200、205 和 210 示出在一时间间隔上的电压信号的测量结果的示例。在这些示例中, 以毫伏的增量来示出电压信号电平, 并且以毫秒来示出时间。如图所示, 例如, 图 200、205 和 210 示出在短时间增量上一般没有如图 1A-C 所示的噪声信号快地改变幅度的电压信号电平测量结果。在这里, 这类时间增量可以大约在 0.1-0.2ms 的量级上。因此, 图 200、205 和 210 示出看来与如图 1A-C 的图 100、105 和 110 中所示的具有起伏的噪声信号的图相反的比较平滑的图。

[0029] 例如, 在特定时间, 可存在伪影, 如噪声瞬变, 其具有足够的幅度, 使得 SEP 记录的信噪比 (SNR) 可被降低, 在一些情况下降低很多。求平均可用于解决诸如此类的问题。例如, 在一些实施例中, 排除包含大于特定阈值的信号值级别的任何记录信息也许是有可能

的。另一种技术可涉及评估 SEP 记录中的频率。例如,可执行 SEP 记录的快速傅立叶变换 (FFT),以确定 SEP 记录的频率。可至少部分基于对于 SEP 记录的 FFT 结果来应用频率或幅度标准。例如,如果在例如 SEP 记录的大约 30 至大约 70Hz 的频带中测量到的电压信号电平超过大约 100uV,则如前面所述可剔除或忽略 SEP 记录。

[0030] 用大约 100uV 阈值可忽略一些 SEP 记录,带来有益效果;但是,这只是一个示例,并且要求保护的主体并不旨在局限于这个方面。然而,适当电压信号电平阈值的选择可能是具有挑战性的。例如,适当电压信号电平阈值可随不同的人改变。较高阈值可收集可使用的 SEP 记录,但是信号质量可能被降级。相反,较低阈值可剔除更有噪的 SEP 记录,并且因此可呈现具有较高质量的 SEP 记录。但是,较低阈值的使用可能延长记录时间,从而花费较长时间为神经生理学家或临床医生提供 SEP 合成记录以评估个人的体感通路。

[0031] 但是,至少部分基于电压信号电平阈值的伪影剔除或忽略的方法在检测相对来说具有低幅度的,与具有低幅度的 SEP 波形相结合的噪声信号可能不是特别有效的。另一种方法可应用幅度辨别,由此,评估所产生的电压信号电平是否在预定义时期,如信号出现期间的峰值电压信号电平值小于所选电压信号电平,如下面针对图 3 所述。在这类方式中,至少部分基于 SEP 记录中的幅度范围或者两个连续信号样本值之间的差的参数可用作伪影剔除或忽略的阈值。但是,存在与选择适当阈值信号电平值相关的挑战。

[0032] 如前面所述的方式还可产生通过求平均所得到的 SEP 合成记录中的小偏移。例如,在给定时间点的噪声信号可以是独立的,并且特征在于具有接近零的最高概率密度的对称连续分布函数。但是,如果分布函数在较高幅度噪声信号值级别具有窄峰,并且所采用的阈值比较接近噪声幅度信号值级别,则偏移可能发生。例如,如果噪声信号在时间点中的给定点不是独立地分布,则也可能发生偏移。

[0033] 对于至少部分基于应用 FFT 的技术,在一个具体实施例中,可剔除或忽略具有超过频谱的给定范围中的给定阈值的幅度的 SEP 记录。但是,假定手术室环境中的噪声信号源包括与 SEP 谱重叠的电力线。如果这样的话,这种方法不会示出与至少部分基于幅度信号值级别的方法的显著差异。

[0034] 但是,在一个实施例中,伪影剔除或忽略的方法可利用 SEP 波形和噪声信号分量的频率和时间性质作为分类标准来检测和剔除 SEP 记录。至少部分基于频率和时间性质的方法可利用相当稳定的参数 - 例如,中频或过零率,下面会更详细地描述。

[0035] 这里所使用的“中频”可表示 SEP 记录的功率谱的中点频率。这里所使用的“过零率”可表示沿给定时期的 SEP 记录的曲线的符号变化率(例如在正与负电压信号值级别之间)。例如,一个实施例可能具有的有益效果在于,例如前面所述的从采用较高幅度对较低幅度可能发生的在较大降级或者较长记录周期的方面的牺牲可以得到降低。

[0036] 例如,下面所述的方法的实施例可提供用于伪影剔除的 SEP 记录分类器,但是要求保护的主体在范围上并不局限于这个具体实施例。然而,通过使用 SEP 波形和噪声分量的频率和时间性质作为剔除 SEP 记录的分类标准,这种方法可提高信号质量,并且为了令人满意的结果减少 SEP 记录的数量。当然,要求保护的主体在范围上并不局限于在硬件、软件或固件中的实现。许多组合是可能的。然而,要求保护的主体并不旨在针对软件本身。

[0037] 例如,如按照一个实施例所述的方法或系统可能能够检测包含例如可以是比较频繁或者可具有较大幅度的伪影的 SEP 记录。如上所述,例如,SEP 记录的信号平均可用于从

噪声信号,例如由记录电极所拾取的电信号来提取 SEP 波形。但是,伪影剔除可用于选择适当的 SEP 记录。相应地,这种方法或系统可包括用于在具有噪声信号源存在的环境中,例如在医院或医疗中心的手术室中选择具有充分质量的 SEP 记录的有效工具。

[0038] 图 3 是按照一个实现的用于伪影剔除的系统 300 的一实施例的示意图。用于伪影剔除的这种系统 300 可利用若干标准,包括电压信号电平阈值标准。例如,如果 SEP 记录的峰值信号值级别小于特定信号值级别,则可接收信号供评估。例如,这种方法或系统可在 SEP 检测器或监视器中提供伪影剔除。例如,在一个具体实施例中,可对未处理的信号应用这种方法,以便至少部分基于时间和频率参数,包括过零率和中频来剔除 SEP 记录。

[0039] 最初可至少部分基于这类 SEP 记录中包含的阈值电压来剔除某些 SEP 记录。还可执行 SEP 记录的附加分类。在信号分类之后,SEP 记录,如果确定为不是需要的,则可被剔除。这种方法可提高用于平均到 SEP 合成记录中的信号质量,并且还可使用更少的 SEP 记录。

[0040] 参照图 3,个人 305 可经受重复电刺激,这可从电刺激器 310 通过表面或针电极传递。这种刺激可传递到末梢神经以引出体感诱发电位,其可部分通过使用放大器,例如放大器 315 而被记录。滤波器 320 也可应用于对来自 SEP 记录的噪声信号进行滤波。例如,可从 SEP 记录过滤可能是已知的包含与 SEP 波形不相关的信号的某些频率。在滤波之后,可将经滤波的 SEP 记录提供给阈值剔除元件 325。阈值剔除元件 325 可以例如剔除具有大于上阈值信号值的一个或更多的峰值电压信号值的 SEP 记录。标准调整元件 330 可提供由阈值剔除元件 325 所使用的这类阈值信号值级别。标准调整元件 330 可以例如至少部分基于体感诱发电位的评估来动态调整给定个人的这类阈值信号值。

[0041] 如果 SEP 记录具有大致低于阈值剔除元件的阈值信号值的峰值信号值级别,则 SEP 记录可由 SEP 分类器 335 来分类。在这个具体实施例中,例如,SEP 分类器 335 可包括中频 (M.F.) 剔除元件 340 和过零率 (ZCR) 剔除元件 345。

[0042] M.F. 剔除元件 340 可剔除具有不是大致在所选范围内的中频的 SEP 记录,如下面针对图 4 所述。中频可计算为

$$\sum_{k=0}^{f_{\text{median}}} P(f_k) = \sum_{k=f_{\text{median}}}^{f_c/2} P(f_k)$$

其中,  $P(f_k)$  包括所述至少一个诱发电位记录的功率谱的  $k_{\text{th}}$  样本,  $f_c$  包括取样频率,以及  $f_{\text{median}}$  包括所述中频。

[0043] ZCR 剔除元件 345 可剔除具有不是大致在所选范围内的过零率的 SEP 记录,如下面针对图 5A 和 B 所述。

[0044] 相对于仅仅单个的阈值剔除元件 325,阈值剔除元件 325、M.F. 剔除元件 340 和 ZCR 剔除元件 345 的组合的使用可同样地提供有利实施例。显示装置 355 可以可视地显示 SEP 记录的测量到的过零率或中频。因此,系统 300 可包括用于选择 SEP 记录的有效工具。这种技术可应用于未处理的信号,以至少部分基于时间和频率参数,包括过零率和中频来选择 SEP 记录。

[0045] 图 4A 示出按照一个实现的示例 SEP 记录。图 4A 的图 400 示出比较平滑的并且没有受到一个或更多的噪声信号的存在的不利影响到示出剔除或忽略的程度的 SEP 记录。

[0046] 图 4B 示出按照一个实现的 SEP 记录的频谱的图 405。在一个实施例中,可通过例



如执行 FFT 以确定哪些频率存在于 SEP 记录中来计算 SEP 记录的频谱。在上下文中的中频包括 SEP 记录的频谱的中点,并且将 SEP 记录的功率谱分为两个近似相等部分,使得一半的功率谱低于中频而一半的功率谱高于中频。SEP 波形的频率特性可不同于噪声信号波形的频率特性。如果中频等于或低于所选标准,例如图 4A 和 4B 所示的示例中的 20Hz,则 SEP 记录可被分类为其中噪声信号尚未降级 SEP 波形为足以引起剔除或忽略的波形。图 405 示出 SEP 记录的大约 12Hz 的中频。在阈值中频包括 20Hz 的情况下,可进一步处理这种 SEP 记录。另一方面,如果图 405 所示的 SEP 记录的中频大于阈值 20Hz,这种 SEP 记录则是可分类为其中噪声信号已经降级 SEP 波形到足以引起剔除或忽略的波形。

[0047] 图 4C 示出按照一个实现的另一个示例 SEP 记录。图 4C 的图 410 示出比较起伏的并且其中噪声信号已经降级 SEP 波形到足以引起剔除或忽略的 SEP 记录。

[0048] 图 4D 示出按照一个实现的 SEP 记录的频谱的图 415。如图所示,图 415 示出图 410 所示的 SEP 记录的频谱具有若干频率峰值。例如,图 415 示出大约在 8Hz、22Hz、40Hz 和 54Hz 处的频率峰值。图 415 还示出这个示例中的 SEP 记录的中频大约为 22Hz。如果阈值中频包括 20Hz,则具有这个频谱的 SEP 记录可被分类为其中噪声信号已经降级 SEP 波形到足以引起剔除或忽略的波形。

[0049] 图 5A 和图 5B 示出按照一个实现的在一时期上的 SEP 记录的电压信号测量结果。图 5A 和图 5B 的图 500 和 505 分别示出 SEP 记录的电压信号值级别可在给定时期在正电压值(在这个示例中以 uV 测量)与负电压值之间波动。在这个示例中,观测时期为 100 毫秒。当然,要求保护的主体在范围上并不局限于这些方面。这只是为了便于说明而提供的示例。

[0050] 图 5A 和图 5B 对于一个具体实施例示出 SEP 记录中的 过零点的计算。在上下文中的过零率表示沿 SEP 记录的符号变化率。对于一个具体实施例,例如,它可估计或计算为

$$zcr = \frac{1}{T} \sum_{i=0}^{T-1} \Pi \{s_i s_{i-1} < 0\}$$

[0051] 其中,  $s$  是具有长度  $T$  的 SEP 记录,并且如果其变元  $A$  为真则指示符函数  $\Pi \{A\}$  为“1”,否则为“0”;但是,再次说明,要求保护的主体在范围上并不局限于这个方面。计算过零的其它方式是可能的,并且旨在被包含于在要求保护的主体范围之内。

[0052] 在一个实施例中,例如,过零率可用作原始斜度检测方式。例如,如果过零率小于阈值,则 SEP 记录可被分类为其中噪声信号尚未降级 SEP 波形到足以引起剔除或忽略的波形。在一个示例中,阈值过零率值对于给定时期可大致在 1-100 个过零的范围之内。

[0053] 过零率标准可用于分类与影响记录的噪声信号的电平有关的 SEP 记录。图 5A 的图 500 示出在 100 毫秒时期内仅具有六个过零的 SEP 记录。如果例如 ZCR 阈值包括 15 个过零,则图 500 所描绘的 SEP 记录可被分类为没有被噪声信号显著影响或降级。

[0054] 另一方面,图 5B 的图 505 示出在 100 毫秒时期内具有多于 40 个过零的 SEP 记录。如果例如过零率阈值包括 15 个过零,则图 505 所描绘的 SEP 记录可被分类为受到噪声信号影响,并且在一些实施例中可从例如进一步的处理中去除。

[0055] 对于 SEP 记录计算中频和过零率。如果这类值超过所选阈值,则可忽略这种 SEP 记录。另一方面,如果这类值没有超过所选阈值,则可进一步处理该 SEP 记录。在一个具体实施例中,大样本可用于确定中频和过零率的阈值。备选地,在一个备选实施例中,这类阈

值可由用户来设置或选择。

[0056] 频率性质可被认为是 SEP 记录的相当稳定的指示符。例如, SEP 波形的谱范围可稳定地与噪声信号的不同。同样,中频可以是适当的 SEP 波形的指示符。虽然中频可包括可靠特性,但是在一些实施例中,过零率也可与中频结合用作时间指示符以实现进一步改善。

[0057] 至少部分基于中频和过零率的伪影剔除的 SEP 分类器的应用可在一些情况下提高 SEP 记录和脊髓监测的可靠性。通过使用 SEP 波形和噪声分量的频率和时间性质二者作为分类标准以剔除 SEP 记录,这种实施例可提高信号质量,并且使用更少的 SEP 记录用于合成。

[0058] 图 6 示出了按照一个实现的 SEP 分类器 600。如图所示,SEP 分类器 600 可包括处理器 605 和存储器 610。例如,存储器 610 可存储由处理器 605 可执行的指令,使得处理器 605 能够至少部分基于中频或过零率来分类 SEP 记录。

[0059] 这里所述的方法可按照特定特征或示例至少部分根据应用通过各种方式来实现。例如,这种方法可通过硬件、固件、软件或者它们的任何组合来实现。但是,不是旨在让要求保护的主体涵盖软件本身。在硬件实现中,例如,处理单元可在一个或更多的专用集成电路 (ASICs)、数字信号处理器 (DSPs)、数字信号处理装置 (DSPDs)、可编程逻辑器件 (PLDs)、现场可编程门阵列 (FPGAs)、处理器、控制器、微控制器、微处理器、电子装置或者设计成执行诸如这里所述的功能的其它装置单元或者它们的任何组合中实现。

[0060] 同样,在一些实施例中,方法可采用执行这里所述功能或者它们的任何组合的模块(例如过程、功能等)来实现。例如,有形地具体化指令的任何机器可读介质可在实现这类方法中使用。在一实施例中,例如,软件或代码可存储在存储器中并且由处理单元来运行。存储器可在处理单元中和/或处理单元外部来实现。这里所使用的术语“存储器”表示任何类型的长期、短期、易失性、非易失性或者其它存储器,并且并不局限于存储器的任何特定类型或者存储器的数量或者其上存有存储的介质的类型。

[0061] 同样,存储介质可采取产品的制品的形式。存储介质可包括可由计算机、计算平台、计算装置等等来访问的任何可用介质。作为举例而不是限制,计算机可读介质可包括 RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM 或其它光盘存储、磁盘存储或者其它磁存储装置,或者可用于携带或存储采取指令或数据结构形式的期望的程序代码并且可由计算机、计算平台或计算装置来访问的其它任何介质。

[0062] 在一些情况下,例如存储器装置的操作,例如从二进制一到二进制零或者反过来状态的变化可包括诸如物理变换之类的变换。对于特定类型的存储器装置,这种物理变换可包括制品到不同状态或事物的物理变换。并非作为限制,例如,对于一些类型的存储器装置,状态的变化可涉及电荷的积聚和存储或者所存储的电荷的释放。同样,在其它存储器装置中,状态的变化可包括磁性取向中的物理变化或变换或者分子结构中的物理变化或变换,例如从结晶到非结晶或者反过来。前述并非旨在作为存储器装置中的二进制一到二进制零或者反过来状态的变化可包括诸如物理变换之类的变换的所有示例的详尽列表。相反,前所意在作为说明性示例。

[0063] 存储介质典型地可以是非暂时的或者包括非暂时装置。在上下文中,非暂时存储介质可包括有形的装置,表示该装置具有具体物理形式,但是装置可改变其物理状态。因

此,例如,非暂时表示的是不管状态的这种变化,装置保持为有形。

[0064] 虽然已经示出或描述了当前被认为是示例特征的内容,但是本领域的技术人员将会理解在不背离要求保护的主题的情况下可进行其它各种修改,或者等效体可用于替代。另外,可进行许多修改以便使特定情况适合要求保护的主题的教导而没有背离这里所述的概念。因此,要求保护的主题并不旨在局限于所公开的特定示例,相反,这种要求保护的主体还可包括落入所附权利要求或者其等效体的范围之内所有方面。

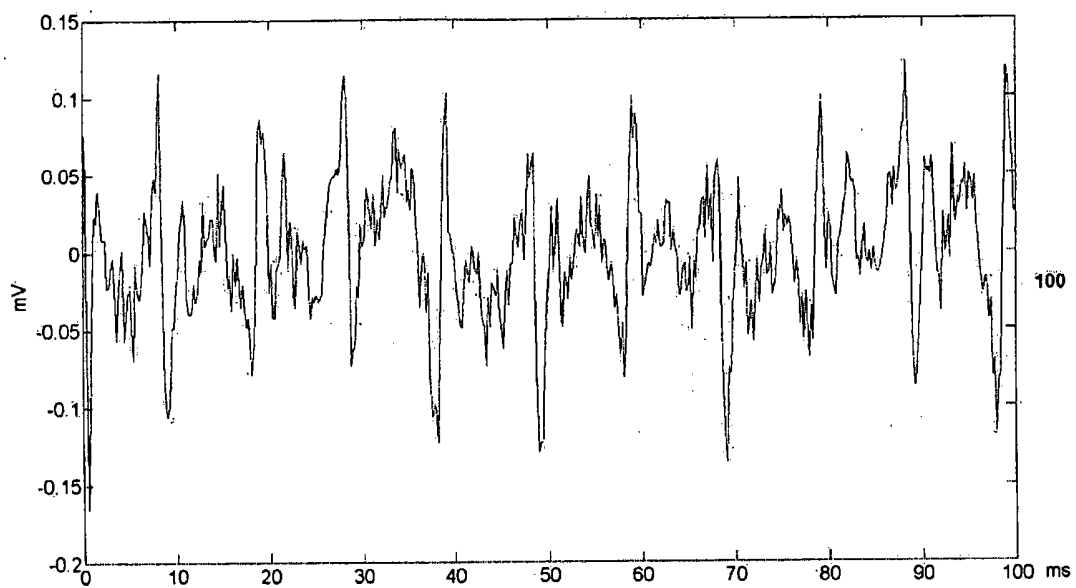


图 1A

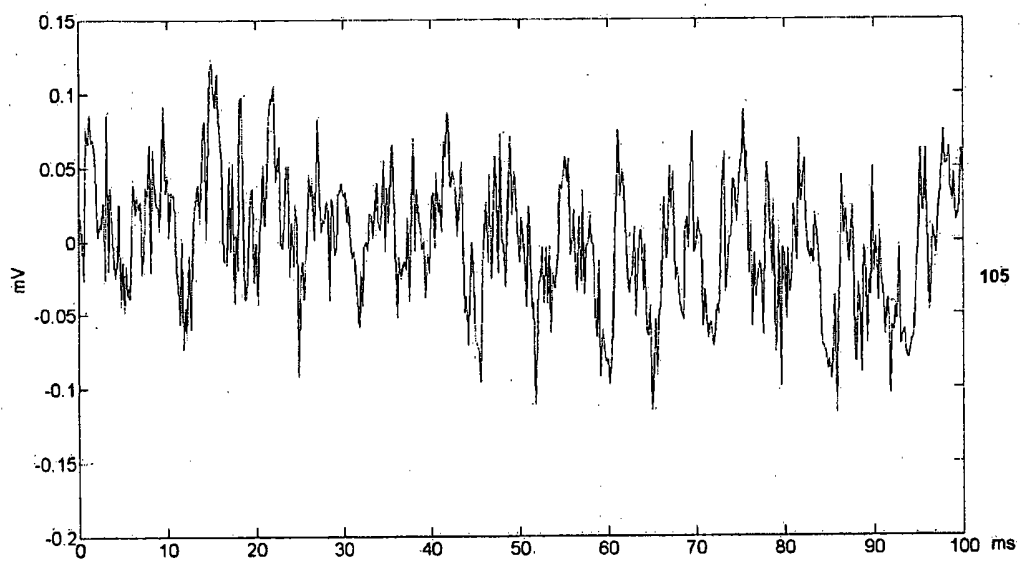


图 1B

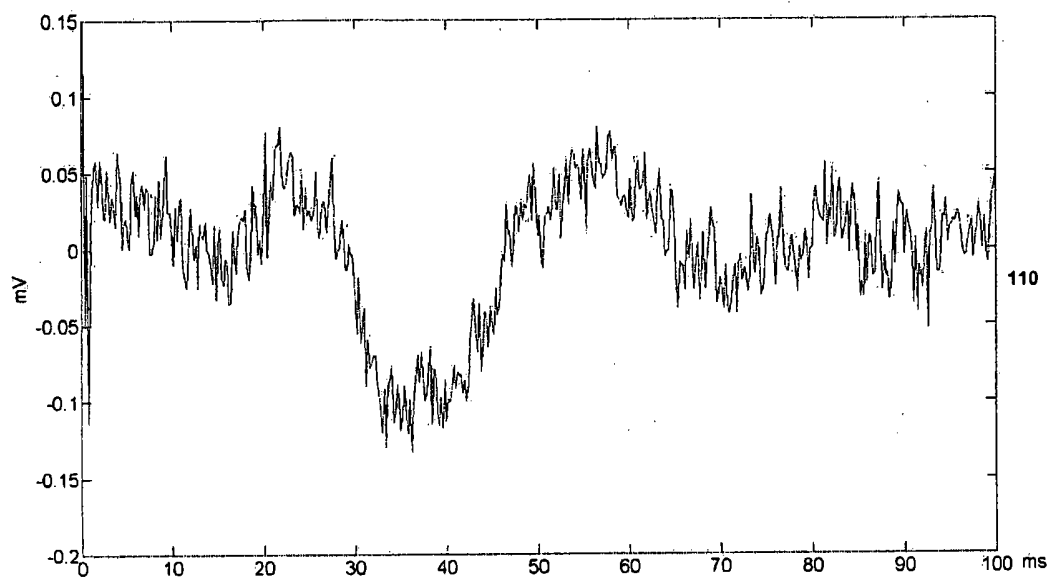


图 1C

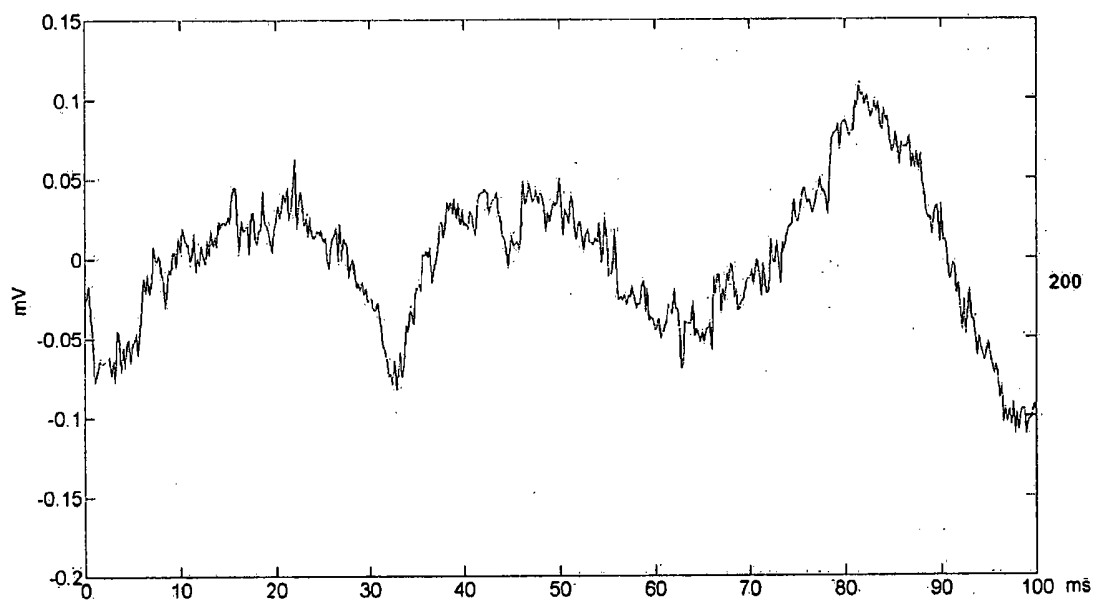


图 2A

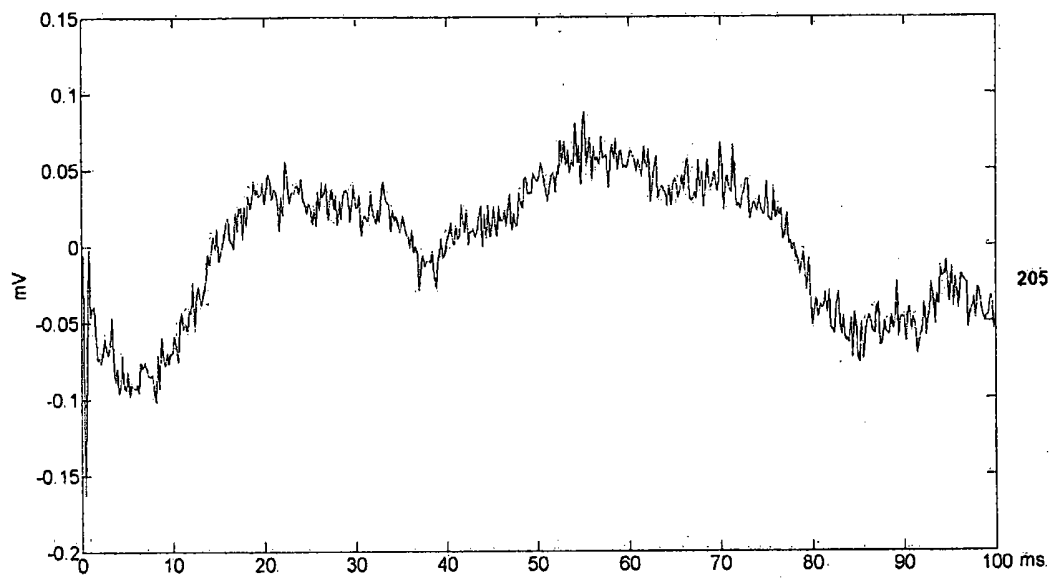


图 2B

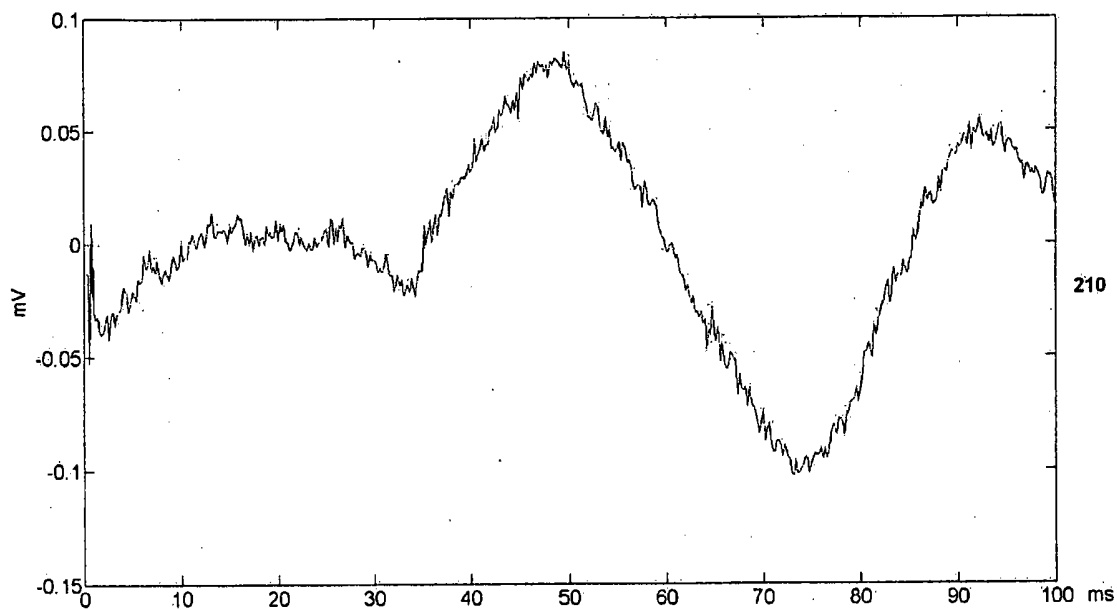


图 2C

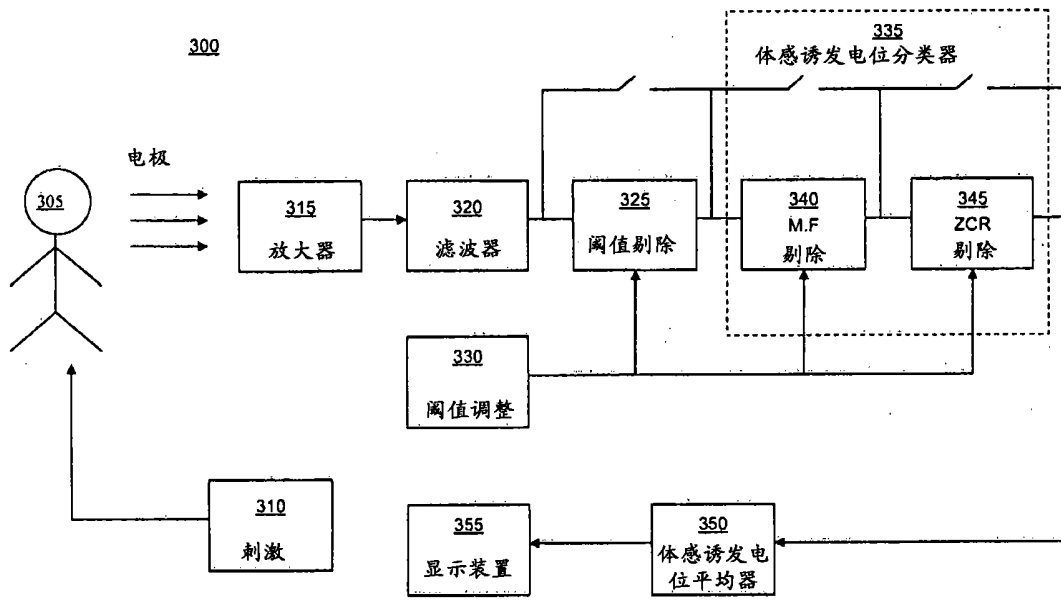


图 3

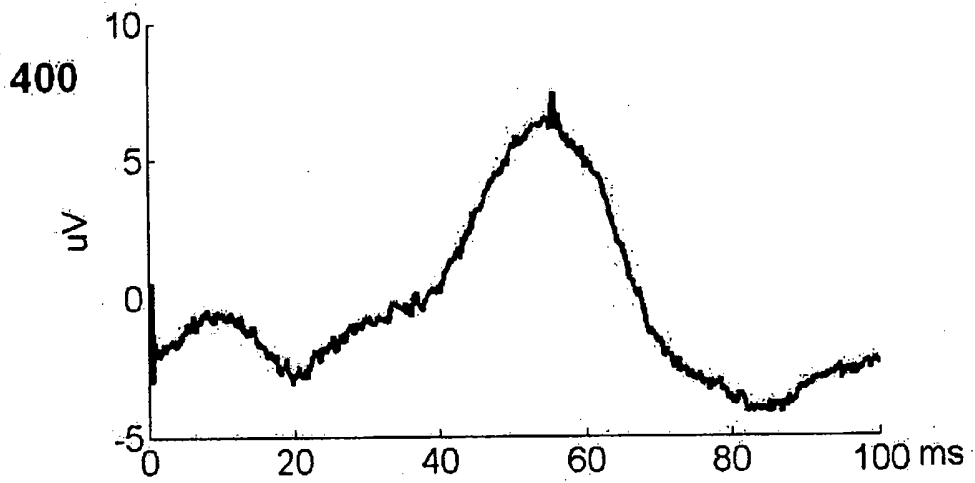


图 4A

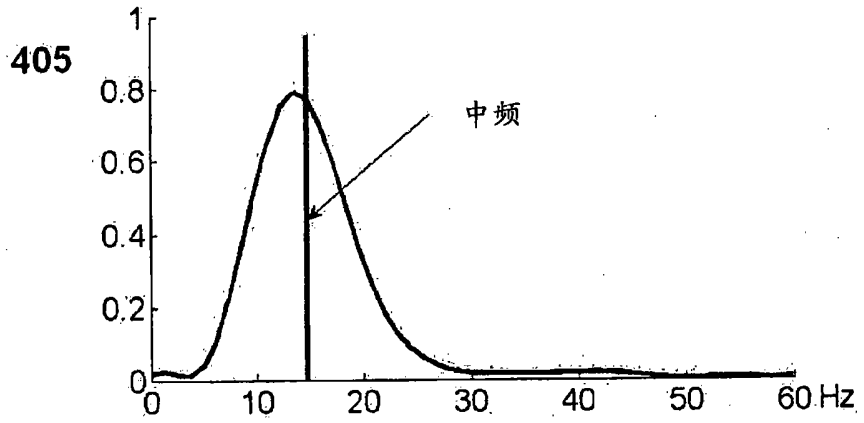


图 4B

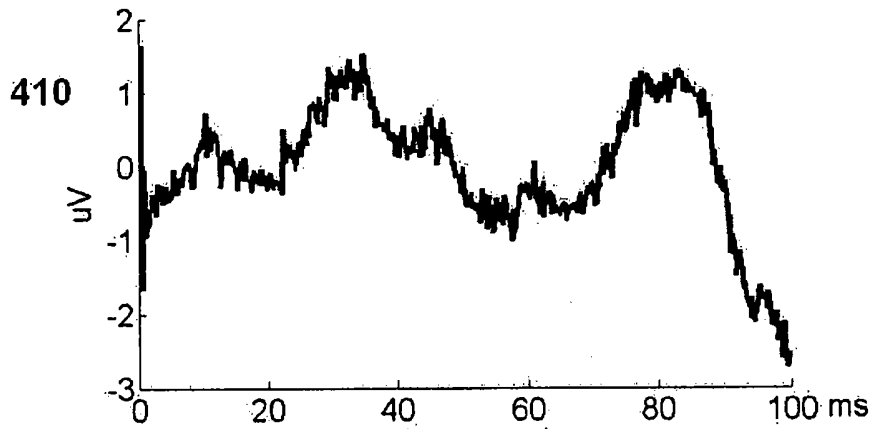


图 4C

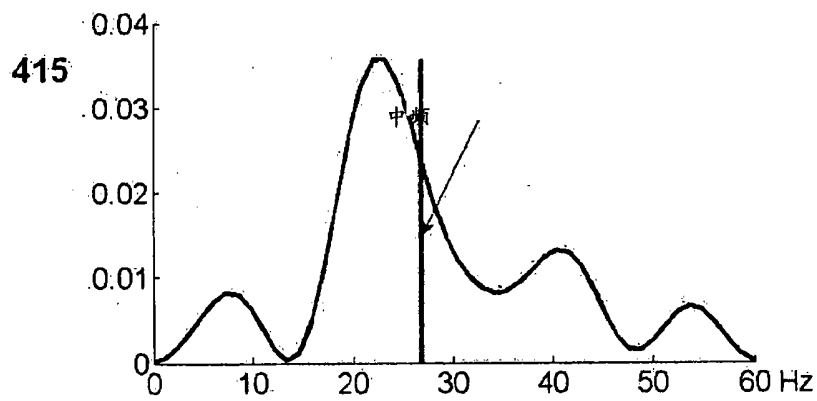


图 4D



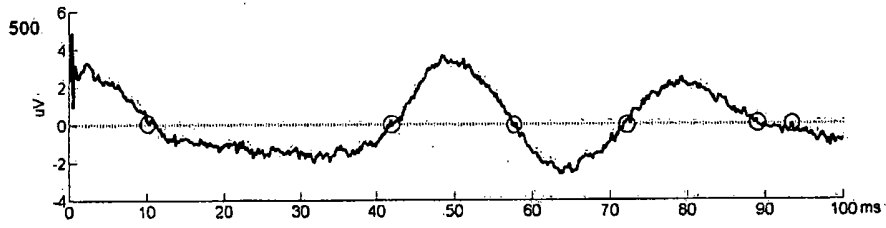


图 5A

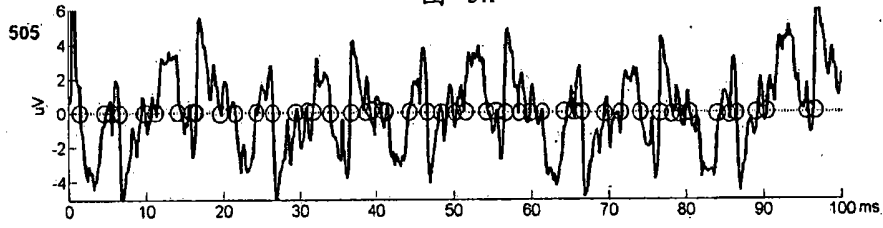


图 5B

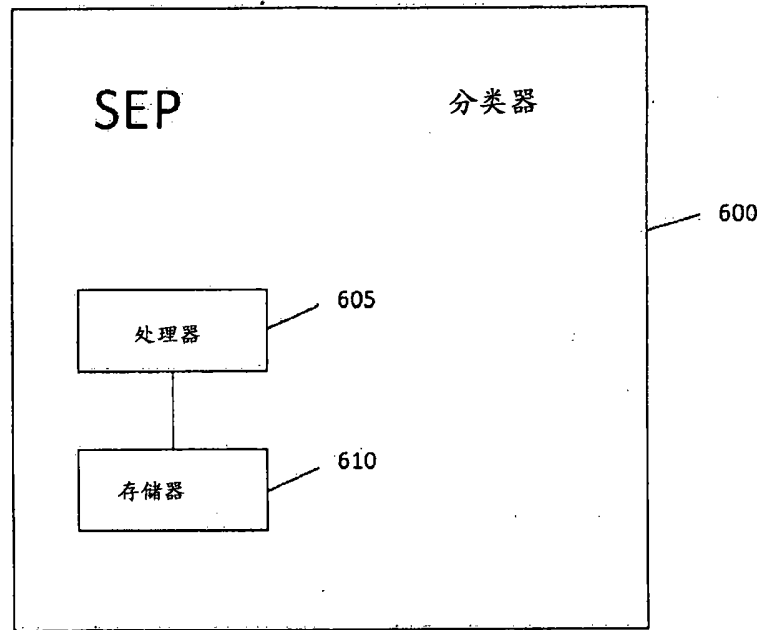


图 6