



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105496356 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201510647121. X

(22) 申请日 2015. 10. 08

(30) 优先权数据

2014-206972 2014. 10. 08 JP

(71) 申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 丁耀政

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 田喜庆 吴孟秋

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006. 01)

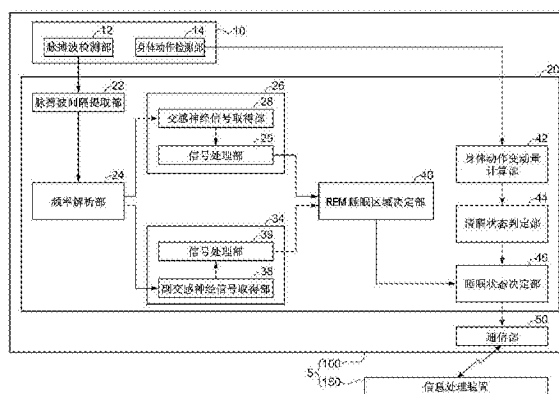
权利要求书2页 说明书12页 附图9页

(54) 发明名称

睡眠状态判定装置、睡眠状态判定方法及睡眠管理系统

(57) 摘要

本发明公开了睡眠状态判定装置、睡眠状态判定方法及睡眠管理系统,该睡眠状态判定装置具备:测定部,测定生物体信息;以及判定部,根据测定部测定到的生物体信息,计算与第一自主神经的活动相对应的第一指标以及与第二自主神经的活动相对应的第二指标,导出表示第一指标的变动的第一变动信息以及表示第二指标的变动的第二变动信息,根据第一变动信息以及第二变动信息,判定生物体信息表示的睡眠状态是REM睡眠或是非REM睡眠。



1. 一种睡眠状态判定装置,其特征在于,具备:

测定部,测定生物体信息;以及

判定部,根据所述测定部测定到的所述生物体信息,计算与第一自主神经的活动相对应的第一指标以及与第二自主神经的活动相对应的第二指标,导出表示所述第一指标的变动的第一变动信息以及表示所述第二指标的变动的第二变动信息,根据所述第一变动信息以及所述第二变动信息,判定所述生物体信息表示的睡眠状态是快速眼动睡眠或是非快速眼动睡眠。

2. 根据权利要求1所述的睡眠状态判定装置,其特征在于,

所述判定部根据通过所述第一变动信息以及所述第二变动信息规定的规定区域,判定所述生物体信息表示的所述睡眠状态是所述快速眼动睡眠或是所述非快速眼动睡眠。

3. 根据权利要求1或2所述的睡眠状态判定装置,其特征在于,

所述生物体信息是脉搏波,

通过对所述脉搏波的周期变动进行频率解析来计算所述第一指标以及所述第二指标,

所述第一变动信息以及所述第二变动信息表示所述第一指标以及所述第二指标各自随时间经过的变动。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的睡眠状态判定装置,其特征在于,

所述规定区域是表示所述第一变动信息中的第一极值区域与所述第二变动信息中的第二极值区域重复的时间区域。

5. 根据权利要求4所述的睡眠状态判定装置,其特征在于,

所述规定区域是在所述第一变动信息以及所述第二变动信息的随时间经过的变动中,通过所述第一变动信息的极大点、所述第二变动信息的极小点、以及所述第一变动信息的值为所述第二变动信息的值以上的点而规定的区域。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的睡眠状态判定装置,其特征在于,

所述判定部在所述第一极值区域与所述第二极值区域重复的第一时间段中,判定是所述快速眼动睡眠,在所述第一极值区域与所述第二极值区域不重复的第二时间段中,判定是所述非快速眼动睡眠。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的睡眠状态判定装置,其特征在于,

所述判定部对所述第一变动信息以及所述第二变动信息,进行平滑化处理以及标准化处理。

8. 根据权利要求1至5中任一项所述的睡眠状态判定装置,其特征在于,

所述睡眠状态判定装置具备取得与年龄相关的年龄信息的年龄信息取得部,

所述判定部根据所述年龄信息来决定第一阈值以及第二阈值,对所述第一变动信息应用所述第一阈值而决定所述第一极值区域,对所述第二变动信息应用所述第二阈值而决定所述第二极值区域。

9. 根据权利要求8所述的睡眠状态判定装置,其特征在于,

所述判定部在所述第一极值区域与所述第二极值区域重复的第一时间段中,判定是所述快速眼动睡眠,在所述第一极值区域与所述第二极值区域不重复的第二时间段中,判定是所述非快速眼动睡眠。

10. 根据权利要求8或9所述的睡眠状态判定装置,其特征在于,

所述判定部取得与所述年龄信息相对应的所述快速眼动睡眠的出现比例,以在所述第一变动信息中规定所述第一极值区域的第一比例成为所述出现比例的方式决定所述第一阈值,以在所述第二变动信息中规定所述第二极值区域的第二比例成为所述出现比例的方式决定所述第二阈值。

11. 根据权利要求 2 至 10 中任一项所述的睡眠状态判定装置,其特征在于,

所述判定部以规定的频率分割通过频率解析而得到的功率谱,将功率谱积分得到功率值,将其中一方设为所述第一指标,将另一方设为所述第二指标。

12. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的睡眠状态判定装置,其特征在于,

所述测定部检测身体动作信息,

所述判定部取得表示所述身体动作信息的变动的变动量,根据取得到的所述变动量,判定是所述睡眠状态或是清醒状态。

13. 根据权利要求 12 所述的睡眠状态判定装置,其特征在于,

所述判定部决定在所述变动量中用于进行分类为判定是所述清醒状态的第一类、以及判定是所述睡眠状态的第二类的阈值,并计算所述第一类以及所述第二类中的类间的第一方差、以及各类内的第二方差,以便所述第一方差与所述第二方差之比成为最大。

14. 一种睡眠状态判定方法,其特征在于,包括:

测定工序,测定生物体信息;

计算工序,根据测定到的所述生物体信息,计算与第一自主神经的活动相对应的第一指标以及与第二自主神经的活动相对应的第二指标;

导出工序,导出表示所述第一指标的变动的第一变动信息以及表示所述第二指标的变动的第二变动信息;以及

判定工序,根据所述第一变动信息以及所述第二变动信息,判定所述生物体信息表示的睡眠状态是快速眼动睡眠或是非快速眼动睡眠。

15. 一种睡眠管理系统,其特征在于,

所述睡眠管理系统与判定睡眠状态的睡眠状态判定装置和信息处理装置能通信地连接,

所述睡眠状态判定装置具备:

测定部,测定生物体信息;

判定部,根据所述测定部测定到的所述生物体信息,计算与第一自主神经的活动相对应的第一指标以及与第二自主神经的活动相对应的第二指标,导出表示所述第一指标的变动的第一变动信息以及表示所述第二指标的变动的第二变动信息,根据所述第一变动信息以及所述第二变动信息,判定所述生物体信息表示的睡眠状态是快速眼动睡眠或是非快速眼动睡眠;以及

通信部,通过通信对所述信息处理装置通知所述判定部的判定结果,

所述信息处理装置根据从所述睡眠状态判定装置被通知的所述判定结果,对与睡眠相关的信息进行处理。

睡眠状态判定装置、睡眠状态判定方法及睡眠管理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及睡眠状态判定装置、睡眠状态判定方法及睡眠管理系统。

背景技术

[0002] 为了过健康的日常生活,实现优质的睡眠是必不可少的,作为评价健康状态的手段之一,对睡眠状态的解析的期望变高。

[0003] 众所周知,人的睡眠在一整晚中不是一样的,而是有周期的。即,人的睡眠周期性地多次出现伴随着急速眼球运动的REM(Rapid Eye Movement,快速眼动)睡眠、不伴随着急速眼球运动的非REM睡眠,在非REM睡眠期,从浅度睡眠状态向深度睡眠状态逐渐地转变而暂时持续深度睡眠状态之后,再次变成浅度睡眠状态,接着出现REM睡眠期。并且,还已知上述的周期是100分左右(80分~120分)、非REM睡眠期与REM睡眠期的时间的比率大致是8:2。

[0004] 为了测定这样的睡眠状态,已知睡眠多功能装置。睡眠多功能装置在被检者的头部以及面部安装多个电极,同时测定脑波、眼球运动、肌电图、心电图等生物体信号,依照Rechtschaffen&Kales国际判定基准,通过视觉观察来进行睡眠阶段的判读。这样的睡眠多功能装置除了价格高之外,制约性也高,需要专家的判定,所以被限制于在研究室、医院中使用。

[0005] 因此,在家庭中,需求能够简便地取得睡眠状态的装置。例如,在下述专利文献1中,公开了根据心率以及身体动作信息判定睡眠状态是REM睡眠或者是非REM睡眠的方法。

[0006] 即,如果在规定时间内能够确认身体动作,则判定为在该时刻的睡眠是非REM睡眠,如果不能确认身体动作,则计算所计测到的心率的当前值、与在这之前的心率的最低值的差分值,如果差分值为规定的阈值以上,则设为是REM睡眠,如果差分值低于规定的阈值,则判定为是非REM睡眠。

[0007] 【现有技术文献】

[0008] 【专利文献】

[0009] 专利文献1:日本特开平8-112270号公报

[0010] 然而,在心率、身体动作中存在个人差别,但无论个人差别大小都一律地决定用于判定REM睡眠、非REM睡眠的阈值,所以存在无法高精度地判定睡眠状态这样的问题。另外,在中途清醒期间,也容易发生身体动作,所以存在无法判别非REM睡眠与中途清醒这样的问题。

发明内容

[0011] 本发明是鉴于上述的问题而完成的,其目的在于高精度地判定睡眠状态以及清醒状态。

[0012] 本发明是为了解决上述问题的至少一部分而完成的,能够作为以下的方式或应用例来实现。

[0013] [应用例 1]

[0014] 本应用例的睡眠状态判定装置的特征在于,睡眠状态判定装置,其特征在于,具备:测定部,测定生物体信息;以及判定部,根据所述测定部测定到的所述生物体信息,计算与第一自主神经的活动相对应的第一指标以及与第二自主神经的活动相对应的第二指标,导出表示所述第一指标的变动的第一变动信息以及表示所述第二指标的变动的第二变动信息,根据所述第一变动信息以及所述第二变动信息,判定所述生物体信息表示的睡眠状态是 REM 睡眠或是非 REM 睡眠。

[0015] 根据这样的结构,根据测定到的生物体信息,计算与第一自主神经的活动相对应的第一指标以及与第二自主神经的活动相对应的第二指标,分别导出表示计算出的第一指标以及第二指标的变动的第一变动信息以及第二变动信息,根据导出的第一变动信息以及第二变动信息来判定睡眠状态。因此,通过第一变动信息以及第二变动信息,能够排除由于个人差别而生物体信息变动的影响,从而可判定睡眠状态是 REM 睡眠或是非 REM 睡眠。

[0016] [应用例 2]

[0017] 在上述应用例的睡眠状态判定装置中,优选判定部根据通过所述第一变动信息以及所述第二变动信息规定的规定区域,判定所述生物体信息表示的所述睡眠状态是 REM 睡眠或是所述非 REM 睡眠。

[0018] 根据这样的结构,根据通过所导出的第一变动信息以及第二变动信息规定的规定区域来判定睡眠状态,所以通过适当地求出规定区域,能够排除由于个人差别而生物体信息变动的影响,从而能够判定睡眠状态是 REM 睡眠或是非 REM 睡眠。

[0019] [应用例 3]

[0020] 在上述应用例的睡眠状态判定装置中,优选所述生物体信息是脉搏波,通过对所述脉搏波的周期变动进行频率解析来计算所述第一指标以及所述第二指标,所述第一变动信息以及所述第二变动信息表示所述第一指标以及所述第二指标各自随时间经过的变动。

[0021] 根据这样的结构,对脉搏波的周期变动进行频率解析而计算第一指标以及第二指标,得到第一指标的随时间的经过的变动作为第一变动信息,且得到第二指标的随着时间的经过的变动作为第二变动信息。

[0022] [应用例 4]

[0023] 在上述应用例的睡眠状态判定装置中,优选所述规定区域是表示所述第一变动信息中的第一极值区域与所述第二变动信息中的第二极值区域重复的时间区域。

[0024] 根据这样的结构,根据第一变动信息中的第一极值区域、以及第二变动信息中的第二极值区域重复的时间区域来判定睡眠状态,所以根据是否包含在第一极值区域以及第二极值区域重复的时间区域中,能够判定睡眠状态是 REM 睡眠或是非 REM 睡眠。

[0025] [应用例 5]

[0026] 在上述应用例的睡眠状态判定装置中,优选所述规定区域是在所述第一变动信息以及所述第二变动信息的随时间经过的变动中,通过所述第一变动信息的极大点、所述第二变动信息的极小点、以及所述第一变动信息的值为所述第二变动信息的值以上的点而规定的区域。

[0027] 根据这样的结构,能够通过第一变动信息的极大点、第二变动信息的极小点、第一变动信息的值为第二变动信息的值以上的点来规定极值区域。

[0028] [应用例 6]

[0029] 在上述应用例的睡眠状态判定装置中,优选所述判定部在所述第一极值区域与所述第二极值区域重复的第一时间段中,判定是所述快速眼动睡眠,在所述第一极值区域与所述第二极值区域不重复的第二时间段中,判定是所述非快速眼动睡眠。

[0030] 根据这样的结构,能够将第一极值区域与第二极值区域重复的时间段判定为 REM 睡眠的时间段,将不重复的时间段判定为非 REM 睡眠的时间段。

[0031] [应用例 7]

[0032] 在上述应用例的睡眠状态判定装置中,所述判定部也可以对所述第一变动信息以及所述第二变动信息,进行平滑化处理以及标准化处理。

[0033] [应用例 8]

[0034] 在上述应用例的睡眠状态判定装置中,优选所述睡眠状态判定装置也可以具备取得与年龄相关的年龄信息的年龄信息取得部,所述判定部根据所述年龄信息来决定第一阈值以及第二阈值,对所述第一变动信息应用所述第一阈值而决定所述第一极值区域,对所述第二变动信息应用所述第二阈值而决定所述第二极值区域。

[0035] 根据这样的结构,根据年龄信息来决定第一阈值以及第二阈值,对第一信息以及第二信息分别进行应用,从而能够决定第一极值区域以及第二极值区域。

[0036] [应用例 9]

[0037] 在上述应用例的睡眠状态判定装置中,所述判定部也可以在所述第一极值区域与所述第二极值区域重复的第一时间段中,判定是所述快速眼动睡眠,在所述第一极值区域与所述第二极值区域不重复的第二时间段中,判定是所述非快速眼动睡眠。

[0038] 根据这样的结构,能够将第一极值区域与第二极值区域重复的时间段判定为 REM 睡眠的时间段,将不重复的时间段判定为非 REM 睡眠的时间段。

[0039] [应用例 10]

[0040] 在上述应用例的睡眠状态判定装置中,优选所述判定部取得与所述年龄信息相对应的所述快速眼动睡眠的出现比例,以在所述第一变动信息中规定所述第一极值区域的第一比例成为所述出现比例的方式决定所述第一阈值,以在所述第二变动信息中规定所述第二极值区域的第二比例成为所述出现比例的方式决定所述第二阈值。

[0041] 根据这样的结构,根据与年龄信息相对应的 REM 睡眠的出现比例来决定第一阈值以及第二阈值,所以能够高精度地决定第一极值区域以及第二极值区域。

[0042] [应用例 11]

[0043] 在上述应用例的睡眠状态判定装置中,其特征在于,所述判定部以规定的频率分割通过频率解析而得到的功率谱,将功率谱积分得到功率值,将其中一方设为所述第一指标,将另一方设为所述第二指标。

[0044] 根据这样的结构,对脉搏波的周期进行频率解析,以规定的频率来对功率谱密度进行分割,从而决定第一指标以及第二指标,所以能够将与脉搏波的周期同步的自主神经的活性状况、与第一指标以及第二指标关联起来。

[0045] [应用例 12]

[0046] 在上述应用例的睡眠状态判定装置中,所述测定部也可以检测身体动作信息,所述判定部取得表示所述身体动作信息的变动的变动量,根据取得到的所述变动量,判定是

所述睡眠状态或是清醒状态。

[0047] 根据这样的结构,根据表示身体动作信息的变动的变动量,能够判定是睡眠状态或是清醒状态。

[0048] [应用例 13]

[0049] 在上述应用例的睡眠状态判定装置中,所述判定部也可以决定在所述变动量中用于进行分类为判定是所述清醒状态的第一类、以及判定是所述睡眠状态的第二类的阈值,并计算所述第一类以及所述第二类中的类间的第一方差、以及各类内的第二方差,以便所述第一方差与所述第二方差之比成为最大。

[0050] [应用例 14]

[0051] 本应用例的睡眠状态判定方法的特征在于,包括:测定工序,测定生物体信息;计算工序,根据测定到的所述生物体信息,计算与第一自主神经的活动相对应的第一指标以及与第二自主神经的活动相对应的第二指标;导出工序,导出表示所述第一指标的变动的第一变动信息以及表示所述第二指标的变动的第二变动信息;以及判定工序,根据所述第一变动信息以及所述第二变动信息,判定所述生物体信息表示的睡眠状态是快速眼动睡眠或是非快速眼动睡眠。

[0052] 根据这样的方法,根据测定到的生物体信息,计算与第一自主神经的活动相对应的第一指标以及与第二自主神经的活动相对应的第二指标,分别导出表示计算出的第一指标以及第二指标的变动的第一变动信息以及第二变动信息,根据所导出的第一变动信息以及第二变动信息来判定睡眠状态。因此,通过第一变动信息以及第二变动信息,能够排除由于个人差别而生物体信息变动的影响而判定睡眠状态是 REM 睡眠或者是非 REM 睡眠。

[0053] [应用例 15]

[0054] 本应用例的睡眠管理系统的特征在于,与判定睡眠状态的睡眠状态判定装置和信息处理装置能通信地连接,所述睡眠状态判定装置具备:测定部,测定生物体信息;判定部,根据所述测定部测定到的所述生物体信息,计算与第一自主神经的活动相对应的第一指标以及与第二自主神经的活动相对应的第二指标,导出表示所述第一指标的变动的第一变动信息以及表示所述第二指标的变动的第二变动信息,根据所述第一变动信息以及所述第二变动信息,判定所述生物体信息表示的睡眠状态是快速眼动睡眠或是非快速眼动睡眠;以及通信部,通过通信对所述信息处理装置通知所述判定部的判定结果,所述信息处理装置根据从所述睡眠状态判定装置被通知的所述判定结果,对与睡眠相关的信息进行处理。

[0055] 根据这样的结构,根据测定到的生物体信息,计算与第一自主神经的活动相对应的第一指标以及与第二自主神经的活动相对应的第二指标,分别导出表示计算出的第一指标以及第二指标的变动的第一变动信息以及第二变动信息,根据导出的第一变动信息以及第二变动信息来判定睡眠状态。因此,通过第一变动信息以及第二变动信息,能够排除由于个人差别而生物体信息变动的影响而判定睡眠状态是 REM 睡眠或是非 REM 睡眠。

附图说明

[0056] 图 1 是示出本发明的实施方式 1 的睡眠管理系统的功能结构的图。

[0057] 图 2 是说明信号处理的图。

- [0058] 图 3 是示出向 REM 睡眠区域决定部的信号输入例的图。
- [0059] 图 4 是示出睡眠状态判定装置的硬件构成的图。
- [0060] 图 5 是示出判定睡眠状态的处理的流程的流程图。
- [0061] 图 6 是示出在实施方式 1 中决定 REM 睡眠区域的处理的流程的流程图。
- [0062] 图 7 是示出实施方式 2 的睡眠管理系统的功能结构的图。
- [0063] 图 8 是示出与年龄相应的 REM 睡眠的出现率的图。
- [0064] 图 9 是示出在实施方式 2 中决定 REM 睡眠区域的处理的流程的流程图。
- [0065] 符号说明
- | | | | |
|------------|-------------|-----|--------------|
| [0066] 5 | 睡眠管理系统 | 10 | 测定部 |
| [0067] 12 | 脉搏波检测部 | 14 | 身体动作检测部 |
| [0068] 20 | 处理部 | 22 | 脉搏波间隔提取部 |
| [0069] 24 | 频率解析部 | 26 | 交感神经信号处理部 |
| [0070] 28 | 交感神经信号取得部 | 29 | 信号处理部 |
| [0071] 30 | 峰值区域决定部 | 32 | REM 睡眠出现率决定部 |
| [0072] 34 | 副交感神经信号处理部 | 36 | 峰值区域决定部 |
| [0073] 38 | 副交感神经信号取得部 | 39 | 信号处理部 |
| [0074] 40 | REM 睡眠区域决定部 | 42 | 身体动作变动量计算部 |
| [0075] 44 | 清醒状态判定部 | 46 | 睡眠状态决定部 |
| [0076] 50 | 通信部 | 60 | 充电池 |
| [0077] 62 | MCU | 64 | 通信单元 |
| [0078] 66 | LED | 68 | ROM |
| [0079] 70 | 闪存存储器 | 72 | 脉搏波传感器 |
| [0080] 74 | 身体动作传感器 | 80 | 总线 |
| [0081] 100 | 睡眠状态判定装置 | 150 | 信息处理装置。 |

具体实施方式

[0082] 下面,参照附图,说明本发明的实施方式。

[0083] (实施方式 1)

[0084] 图 1 是示出本实施方式 1 的睡眠管理系统 5 的功能结构的图。该睡眠管理系统 5 具备判定睡眠状态的睡眠状态判定装置 100、以及管理睡眠状态的信息处理装置 150。睡眠状态判定装置 100 以及信息处理装置 150 经由近距离无线等而能够进行通信地连接。

[0085] 在本实施方式 1 中,睡眠状态判定装置 100 设想像手表那样地安装于被检者的身体、例如手腕部的方式,信息处理装置 150 设想智能手机那样的高功能移动电话、平板终端那样的多功能便携终端,但不限于这些。

[0086] <睡眠状态判定装置的结构>

[0087] 睡眠状态判定装置 100 具备测定生物体信息的测定部 10、对测定部 10 测定的生物体信息信号进行处理的处理部 20、以及与信息处理装置 150 进行通信的通信部 50。此外,处理部 20 相当于判定部。

[0088] 测定部 10 具备:脉搏波检测部 12,检测被检者的脉搏,输出脉搏波信号作为生物

体信息信号之一；以及身体动作检测部 14，检测被检者的身体动作，输出身体动作信号作为生物体信息信号之一。

[0089] 在本实施方式 1 中，脉搏波检测部 12 具备脉搏波传感器 72（图 4），该脉搏波传感器 72 光学地检测脉搏波，并生成与所检测到的脉搏波相应的脉搏波信号。脉搏波传感器 72 被配置成当睡眠状态判定装置 100 被安装于被检者的手腕部时与手腕部相对地贴紧。脉搏波检测部 12 将生成的脉搏波信号输出到处理部 20。

[0090] 另外，身体动作检测部 14 具备身体动作传感器 74（图 4）。身体动作传感器 74 生成伴随着所检测到的被检者的身体的移动的加速度作为身体动作信号（身体动作信息）。身体动作检测部 14 将生成的身体动作信号输出到处理部 20。

[0091] 处理部 20 具备脉搏波间隔提取部 22、频率解析部 24、交感神经信号处理部 26、副交感神经信号处理部 34、REM 睡眠区域决定部 40、身体动作变动量计算部 42、清醒状态判定部 44 以及睡眠状态决定部 46。

[0092] 脉搏波间隔提取部 22 在一次睡眠内取得从脉搏波检测部 12 输出的脉搏波信号，并提取所取得的脉搏波信号的脉搏波间隔。在本实施方式 1 中，如图 2 的说明信号处理的图所示，脉搏波间隔提取部 22 提取随着时间的经过而变化的脉搏波信号的极值，作为所提取到的极值之间的时间间隔、即表示脉搏波的周期的脉搏波间隔信号，输出到频率解析部 24。此外，在本实施方式 1 中，提取脉搏波信号的极大值，但不限于于此，也可以提取极小值，还可以根据脉搏波的极性变化的点（零交叉点）的间隔取得脉搏波的周期。

[0093] 此外，众所周知，脉搏波信号所表示的脉搏波表示被检者的血管的血流变化，且与心搏同步地变动。因此，脉搏波间隔信号所表示的脉搏波间隔能够作为心搏间隔来捕捉。

[0094] 频率解析部 24 根据从脉搏波间隔提取部 22 输出的脉搏波间隔信号，进行频率解析。在本实施方式 1 中，如图 2 所示，频率解析部 24 对脉搏波间隔信号、即脉搏波的周期变动进行频率解析，将频域中的功率谱密度（也可以简称为功率谱）的分布信息，输出到对与自主神经相关的信号进行处理的交感神经信号处理部 26 以及副交感神经信号处理部 34。

[0095] 众所周知，在对与心搏间隔同步的脉搏波间隔信号的频率进行解析而得到的功率谱密度的分布中，以规定的频率分割了的一个低频带（LF 分量：0.05Hz ~ 0.15Hz）表示作为自主神经的一方的交感神经（第一自主神经）的活性状况，另一个高频带（HF 分量：0.15Hz ~ 0.4Hz）表示作为自主神经的另一方的副交感神经（第二自主神经）的活性状况。另外，已知了 REM 睡眠以及非 REM 睡眠、与自主神经的活性状况之间存在一定的关联这样的见解。因此，通过作为自主神经指标来对 LF 分量以及 HF 分量进行解析，能够推定被检者是 REM 睡眠状态、或者是非 REM 睡眠状态。

[0096] 此外，在本实施方式 1 中，虽然对脉搏波间隔信号的频域进行解析，但不限于于此，也能够设想对时域进行解析的方式。

[0097] 交感神经信号处理部 26 具备交感神经信号取得部 28 以及信号处理部 29。另外，副交感神经信号处理部 34 具备副交感神经信号取得部 38 以及信号处理部 39。

[0098] 交感神经信号取得部 28 从功率谱密度的分布信息中以规定的时间间隔取得表示 LF 分量以及 HF 分量的强度的功率值的比率（第一指标：LF/HF 分量），将所取得的 LF/HF 分量的信号作为交感神经活动的指标发送到信号处理部 29。

[0099] 信号处理部 29 对 LF/HF 分量的信号进行平滑化处理之后，例如，以收敛于 0 ~ 1

的范围的方式实施标准化（正规化）处理，将进行了标准化的 LF/HF 分量的信号发送到 REM 睡眠区域决定部 40。

[0100] 副交感神经信号取得部 38 从功率谱密度的分布信息中以规定的时间间隔取得 HF 分量（第二指标）的功率值，将所取得的 HF 分量的信号作为副交感神经活动的指标发送到信号处理部 39。

[0101] 信号处理部 39 与信号处理部 29 同样地，在对 HF 分量的信号进行平滑化处理了之后，实施标准化处理，将进行了标准化的 HF 分量的信号发送到 REM 睡眠区域决定部 40。

[0102] REM 睡眠区域决定部 40 根据通过从交感神经信号处理部 26 以及副交感神经信号处理部 34 得到的 LF/HF 分量的信号以及 HF 分量的信号来规定的规定区域的分布，决定判定为 REM 睡眠的区域。

[0103] 一般来说，在 REM 睡眠状态下，已知 HF 分量存在变低的倾向，LF/HF 分量存在变高的倾向。REM 睡眠区域决定部 40 探测该倾向而判定睡眠状态。

[0104] 即，在本实施方式 1 中，REM 睡眠区域决定部 40 如图 3 所示的向 REM 睡眠区域决定部 40 的信号输入例所示，在同一时间轴上展开所输入了的 LF/HF 分量的信号以及 HF 分量的信号的随着时间的经过的变动。

[0105] 接着，REM 睡眠区域决定部 40 将 LF/HF 分量以及 HF 分量交叉的时间设为起点或者终点，包括表示 LF/HF 分量的时间变动的的第一变动信息中的极大值（极大点）的峰值区域（第一极值区域）、以及包括表示 HF 分量的时间变动的第二变动信息中的极小值（极小点）的峰值区域（第二极值区域）重复，进而将第一变动信息的值为第二变动信息的值以上的第一时间段（T1、T2、T3）决定为 REM 睡眠区域，将除此之外的不重复的第二时间段决定为非 REM 睡眠区域。

[0106] 此外，在上述的方法中，由于根据被从所测定的脉搏波信号导出并进行了标准化的 LF/HF 分量的峰值区域、以及 HF 分量的峰值区域的重叠来进行判定，所以不需要另外设定根据被检者的个人差别而可能变动的阈值。

[0107] REM 睡眠区域决定部 40 将这样决定了的睡眠区域的信息发送到睡眠状态决定部 46。

[0108] 身体动作变动量计算部 42 取得从身体动作检测部 14 输出的身体动作信号，根据所取得了的身体动作信号计算被检者的身体动作数。例如，身体动作变动量计算部 42 对从身体动作传感器 74 输出的三轴方向的加速度矢量进行运算处理，根据被去除了直流分量的加速度值，计算被检者的身体动作数。此外，根据检测加速度的传感器的输出求出身体动作数的技术例如被公开在日本特开 2004-89267 号公报中。

[0109] 此外，身体动作变动量计算部 42 对随着时间经过而变化的身体动作数进行统计处理，计算身体动作数的变动量。身体动作变动量计算部 42 将所计算出的身体动作数的变动量的信息发送到清醒状态判定部 44。

[0110] 清醒状态判定部 44 根据从身体动作变动量计算部 42 输出的身体动作数的变动量的信息，判定被检者是睡眠状态、或者是清醒状态。

[0111] 在本实施方式 1 中，清醒状态判定部 44 将身体动作数的变动量在时间轴上展开，决定用于判定睡眠状态或者清醒状态的阈值。

[0112] 在这里，关于阈值的决定，例如采用作为“大津方法”而众所周知的判别分析的方

法。该方法在将由多个测定值构成的群分类为多个组时,不使用预先设定了的阈值,而根据测定值设定阈值并进行分类,所以能够进行基于测定值的分类。由此,与按规定的阈值来唯一地进行分类的方法相比,能够实现与测定值相应的阈值设定,所以针对清醒 / 睡眠的判定那样阈值容易变动的测定值的分类,是有效的方法。清醒状态判定部 44 在身体动作数的变动量中,分类为暂定地判定为清醒状态的第一类(class)、以及暂定地判定为睡眠状态的第二类,决定所分类了的阈值(离散度)的优选值。

[0113] 即,清醒状态判定部 44 计算第一类以及第二类中的类间的方差(第一方差)、各类内的方差(第二方差),决定第一方差以及第二方差之比(第一方差 / 第二方差)为最大的阈值。此外,本发明中的阈值的决定不限于“大津方法”。例如,也可以构成为预先设定规定的阈值,据此判定睡眠 / 清醒状态。例如,也可以构成为针对身体动作数、身体动作信号,设定规定的阈值,通过与阈值的比较,来判定清醒状态与睡眠状态,还可以根据脉搏数判定睡眠状态。

[0114] 清醒状态判定部 44 通过上述的方法来决定阈值,根据所决定的阈值,判定在规定的时间内被检者是睡眠状态、或者是清醒状态。清醒状态判定部 44 将在关注的整个时间段内进行判定而作为结果得到的清醒状态信息发送到睡眠状态决定部 46。

[0115] 睡眠状态决定部 46 根据从清醒状态判定部 44 发送的清醒状态信息、以及从 REM 睡眠区域决定部 40 发送的睡眠区域的信息,判定在关注的时间段中的被检者的睡眠状态、即清醒状态、REM 睡眠状态以及非 REM 睡眠状态中的任一个,将表示睡眠状态的信息的判定结果从通信部 50 发送到信息处理装置 150。

[0116] 图 4 是示出睡眠状态判定装置 100 的硬件构成的图。睡眠状态判定装置 100 的硬件由充电电池 60、MCU(Micro Control Unit, 单片微型计算机)62、通信单元 64、LED(Light Emitting Diode, 发光二极管)66、ROM(Read Only Memory, 只读存储器)68、闪存存储器 70、脉搏波传感器 72 以及身体动作传感器 74 等构成,它们经由总线 80 连接。

[0117] 此外,关于身体动作传感器 74,设想加速度传感器、陀螺仪传感器,关于 LED 66,设想作为通过亮灯方式等来向被检者通知测定动作、错误发生等的通知部而发挥功能的方式。另外,在闪存存储器 70 中,临时存储有脉搏波传感器 72、身体动作传感器 74 输出数据、上述的各功能部计算且随着时间经过而变动的各数据。

[0118] 此外,处理部 20 的各功能部通过与在这些硬件、ROM 68、闪存存储器 70 中存储了的软件进行协作来实现功能。

[0119] 信息处理装置 150 接收从睡眠状态判定装置 100 发送的睡眠状态的信息,根据被检者的请求操作,显示被检者的睡眠状态的推移、或者用数值、示图等来显示清醒时间、REM 睡眠时间以及非 REM 睡眠时间。另外,也能够设想累积所接收到的睡眠状态的信息,对每个人的睡眠状态的推移进行统计处理并用作健康管理的指标,应用于生活习惯的改善等方式。另外,也能够设想信息处理装置 150 将指示睡眠状态的信息的收集以及发送的动作指示信号发送到睡眠状态判定装置 100 的方式。

[0120] < 由睡眠状态判定装置实施的判定处理 >

[0121] 接着,说明判定睡眠状态的处理。图 5 是示出睡眠状态判定装置 100 判定睡眠状态的睡眠状态判定方法的处理的流程的流程图。

[0122] 如果开始该处理,则处理部 20 测定被检者的生物体信息<测定工序>,根据所测定

到的生物体信息的身体动作信号计算身体动作数（步骤 S200），导出所计算出的身体动作数的变动（步骤 S202）。

[0123] 接着，处理部 20 根据身体动作数的变动，在判定睡眠状态的睡眠判定区域中，判定被检者是不是睡眠状态（步骤 S204），在无法判定为是睡眠状态的情况下（步骤 S204 中的“否”），处理部 20 判定为被检者是清醒状态（步骤 S220），结束处理。

[0124] 另一方面，在能够判定为是睡眠状态的情况下（步骤 S204 中的“是”），处理部 20 从作为被检者的生物体信息之一的脉搏波信号中提取脉搏波间隔的信号（步骤 S206）〈计算工序〉。

[0125] 接着，处理部 20 对所提取到的脉搏波间隔的信号进行频率解析，分别提取交感神经信号与副交感神经信号（步骤 S208）〈导出工序〉。

[0126] 接着，处理部 20 执行决定 REM 睡眠区域的处理（步骤 S212）。

[0127] 在这里，图 6 是示出决定 REM 睡眠区域的处理（步骤 S212）的流程图，说明该处理。

[0128] 如果执行该处理，则处理部 20 分别对所提取到的交感神经信号以及副交感神经信号进行平滑化（步骤 S230），进一步分别对进行了平滑化的交感神经信号以及副交感神经信号进行标准化（步骤 S232）。

[0129] 接着，处理部 20 检测包括进行了平滑化的交感神经信号以及副交感神经信号的极值的区域重复的时间区域（步骤 S234）。

[0130] 接着，处理部 20 将重复的时间区域设为 REM 睡眠区域，将除此之外的区域决定为非 REM 睡眠区域（步骤 S236），返回到步骤 S212。

[0131] 返回到图 5，处理部 20 对判定睡眠状态的睡眠判定区域是不是 REM 睡眠区域而进行判定（步骤 S214）〈判定工序〉。

[0132] 在这里，在睡眠判定区域是 REM 睡眠区域的情况下（步骤 S214 中的“是”），判定为被检者是 REM 睡眠状态（步骤 S216），结束处理。

[0133] 另一方面，在睡眠判定区域不是 REM 睡眠区域的情况下（步骤 S214 中的“否”），判定为被检者是非 REM 睡眠状态（步骤 S218），结束处理。

[0134] 根据以上叙述的实施方式 1，起到以下那样的效果。

[0135] （1）解析脉搏波间隔信号的频率，从功率谱密度的分布信息中，将 LF 分量以及 HF 分量的功率值的比率（LF/HF 分量）设为交感神经活动的指标，将 HF 分量的信号设为副交感神经活动的指标，通过对进行了平滑化以及标准化的两个指标的区域重复的时间区域的检测，来决定 REM 睡眠区域以及非 REM 睡眠区域。因此，不需要设定用于判定根据被检者的身体情况、个人差别而变动的睡眠状态的阈值，能够避免根据身体情况、个人差别而产生的误判。

[0136] （2）计算被检者的身体动作的变动量，采用“大津方法”来决定对清醒状态以及睡眠状态中的任一个进行判定的阈值，所以能够高精度地判定被检者是睡眠状态、或者是清醒状态，在是清醒状态的情况下，不判定 REM 睡眠区域以及非 REM 睡眠区域，所以能够避免在被检者中途清醒了的情况下，也探测清醒，并误判为 REM 睡眠或者非 REM 睡眠的情况。

[0137] （实施方式 2）

[0138] 接着，参照图 7～图 9，说明本发明的实施方式 2。此外，在以下的说明中，关于已说明了的部分与相同部分，附加相同符号而省略其说明。

[0139] 图 7 是示出实施方式 2 的睡眠管理系统 5 的功能结构的图。在本实施方式 2 中, 处理部 20 还具备 REM 睡眠出现率决定部 32。另外, 交感神经信号处理部 26 具备峰值区域决定部 30 而代替实施方式 1 中的信号处理部 29, 副交感神经信号处理部 34 具备峰值区域决定部 36 而代替实施方式 1 中的信号处理部 39。

[0140] 交感神经信号取得部 28 从功率谱的分布信息中以规定的时间间隔取得 LF 分量以及 HF 分量的功率值的比率 (LF/HF 分量), 将所取得了的 LF/HF 分量的信号作为交感神经活动的指标发送到峰值区域决定部 30。

[0141] 另外, 副交感神经信号取得部 38 从功率谱的分布信息中以规定的时间间隔取得 HF 分量的功率值, 将所取得了的 HF 分量的信号作为副交感神经活动的指标发送到峰值区域决定部 36。

[0142] REM 睡眠出现率决定部 32 决定 REM 睡眠的出现率 (出现比例)。众所周知, 在睡眠中, REM 睡眠出现的出现率根据年龄而变化, 例如, 已知以图 8 所示的出现比例来出现。因此, REM 睡眠出现率决定部 32 具备图 8 所示的表值, 根据预先输入的被检者的年龄信息, 决定 REM 睡眠的出现率。

[0143] REM 睡眠出现率决定部 32 将所决定了的 REM 睡眠的出现率的信息发送到峰值区域决定部 30 以及峰值区域决定部 36。此外, REM 睡眠出现率决定部 32 中的年龄信息取得功能相当于年龄信息取得部。

[0144] 峰值区域决定部 30 以及峰值区域决定部 36 基于根据年龄信息取得了的 REM 睡眠的出现率的信息, 决定规定 REM 睡眠的峰值区域。

[0145] 峰值区域决定部 30 最初取得 LF/HF 分量的信号并在时间轴上展开, 计算频数分布。此外, 在 LF/HF 分量中产生峰值的方向是 LF/HF 分量的值变大的方向。

[0146] 接着, 峰值区域决定部 30 从 LF/HF 分量的最大值起向低的一方依次对频数进行积算而计算各组 (bin) 中的出现比例 (第一比例), 求出出现比例与由 REM 睡眠出现率决定部 32 决定了的 REM 睡眠的出现率大致相同的组 (bin)。峰值区域决定部 30 作为规定 LF/HF 分量的峰值区域的第一阈值, 决定为该组 (bin) 的中心位置。

[0147] 峰值区域决定部 30 针对在一次睡眠得到的 LF/HF 分量的信号, 应用所决定了的第一阈值而进行切出, 将所切出了的 LF/HF 分量的峰值区域的信息发送到 REM 睡眠区域决定部 40。

[0148] 另外, 峰值区域决定部 30 最初取得 HF 分量的信号并在时间轴上展开, 计算功率谱的分布。此外, 在 HF 分量中产生峰值的方向是 HF 分量的值变小的方向。

[0149] 接着, 峰值区域决定部 30 从 HF 分量的最小值起向高的一方依次对频数进行积算而计算在各组 (bin) 中的出现比例 (第二比例), 求出出现比例与由 REM 睡眠出现率决定部 32 决定了的 REM 睡眠的出现率大致相同的组 (bin)。峰值区域决定部 30 作为规定 HF 分量的峰值区域的第二阈值, 决定为该组 (bin) 的中心位置。

[0150] 峰值区域决定部 36 针对在一次睡眠得到的 HF 分量的信号, 应用所决定了的第二阈值而进行切出, 将所切出了的 HF 分量的峰值区域的信息发送到 REM 睡眠区域决定部 40。

[0151] REM 睡眠区域决定部 40 将从峰值区域决定部 30 发送的 LF/HF 分量的峰值区域的信息、从峰值区域决定部 36 发送的 HF 分量的峰值区域的信息在同一时间轴上展开, 将 LF/HF 分量的峰值区域的时间段以及 HF 分量的峰值区域的时间段重复的第一时间段决定为

REM 睡眠区域,将不重复的第二时间段决定为非 REM 睡眠区域。

[0152] 例如,在 LF/HF 分量的一个峰值区域是从睡眠后的 2 小时后到 3 小时后, HF 分量的一个峰值区域是 2 小时 15 分后 3 小时 30 分后的情况下,REM 睡眠区域决定部 40 将第一时间段决定为从睡眠后的 2 小时 15 分后到 3 小时后。

[0153] REM 睡眠区域决定部 40 将这样决定了的睡眠区域的信息发送到睡眠状态决定部 46。

[0154] 图 9 是在本实施方式 2 中决定 REM 睡眠区域的处理(步骤 S212)的流程图,说明该处理。

[0155] 最初,处理部 20 根据被检者的年龄信息决定 REM 睡眠的出现率(步骤 S240)。

[0156] 接着,处理部 20 针对每个作为交感神经信号的 LF/HF 分量、以及作为副交感神经信号的 HF 分量,计算频数分布(步骤 S242)。

[0157] 接着,处理部 20 从 LF/HF 分量的最大值累积频数,将所有数中的累积数的比例与 REM 睡眠的出现率大致相等的组(bin)的中心位置决定为第一阈值(步骤 S244)。

[0158] 接着,处理部 20 从 HF 分量的最小值累积频数,将所有数中的累积数的比例与 REM 睡眠的出现率大致相等的组(bin)的中心位置决定为第二阈值(步骤 S246),返回到步骤 S212。

[0159] 根据以上叙述的实施方式 2,除了在实施方式 1 中叙述(2)的效果之外,还起到以下那样的效果。

[0160] (3) 解析脉搏波间隔信号的频率,从功率谱密度的分布信息中将 LF 分量以及 HF 分量的功率值的比率(LF/HF 分量)设为交感神经活动的指标,将 HF 分量的信号设为副交感神经活动的指标,以各自的频数分布的累积数的比例与根据年龄决定了的 REM 睡眠的出现率大致相等的方式来决定阈值,所以不需要正常化处理、标准化处理,能够迅速并且容易地判定被检者的睡眠状态。

[0161] 参照附图而说明了本发明的实施方式,但具体的结构不限于该实施方式,也包括在不脱离本发明的主旨的范围内的设计变更等。例如,也能够设想睡眠状态判定装置 100 与信息处理装置 150 独立地进行动作的方式。例如,也能够设想睡眠状态判定装置 100 具备显示信息的显示部、用于输入操作指示的操作部,通过安装了睡眠状态判定装置 100 的被检者对操作部进行操作,来收集睡眠状态的信息,并显示所收集到的睡眠状态的信息的方式。

[0162] 进而,也能够设想睡眠状态判定装置 100 存储有上次收集到的睡眠状态的信息,根据所存储了的睡眠状态的信息,推定当前的被检者的睡眠状态的方式。

[0163] 另外,在实施方式 2 中,用于决定 REM 睡眠的出现率的被检者的年龄信息不限于预先输入的方式,也可以根据被检者的脉搏数、身体动作数等来推定年龄。另外,也能够设想用于切出 LF/HF 分量以及 HF 分量的峰值区域的阈值通过被检者反复使用睡眠状态判定装置 100,利用学习功能来修正的方式。

[0164] 各实施方式中的各结构以及它们的组合是一个例子,能够在不脱离本发明的主旨范围内,进行结构的附加、省略、置换以及其他变更。另外,本发明不通过实施方式来限定,仅通过权利要求的范围来限定。

[0165] 在实施方式 1、实施方式 2 中,采用根据来自脉搏波检测部 12 的脉搏波信号来进行

睡眠状态的判定的结构,但不限于于此。例如,既可以构成为代替脉搏波检测部 12,作为心电图检测部而使用心电图计,也可以构成为并用脉搏波检测部与心电图检测部。通过采用这样的结构,例如,根据来自脉搏波检测部 12 的信号来进行清醒 / 睡眠的判定,如果判定为是睡眠状态,则能够根据来自心电图检测部的信号来进行睡眠的深度的判定、即进行判别 REM 睡眠 / 非 REM 睡眠的判定。由此,能够更准确地判别睡眠状态。

[0166] 在实施方式 1 中,构成为通过根据该多个脉搏波间隔的测定值设定了的阈值,来将由多个脉搏波间隔测定值构成的群分类为多个组,从而进行睡眠状态(睡眠 / 清醒状态)的判别。也可以构成为具备如下那样的提示部,即,在例如一年等的规定期间内记录该阈值,分析阈值的随时间变化,从而向用户提示与用户的身体的节奏、睡眠的质量的变化相关的信息那样的提示部。通过这样地构成,用户能够把握自身的身体的状态,进而能够持续地产生进行测定的动机。

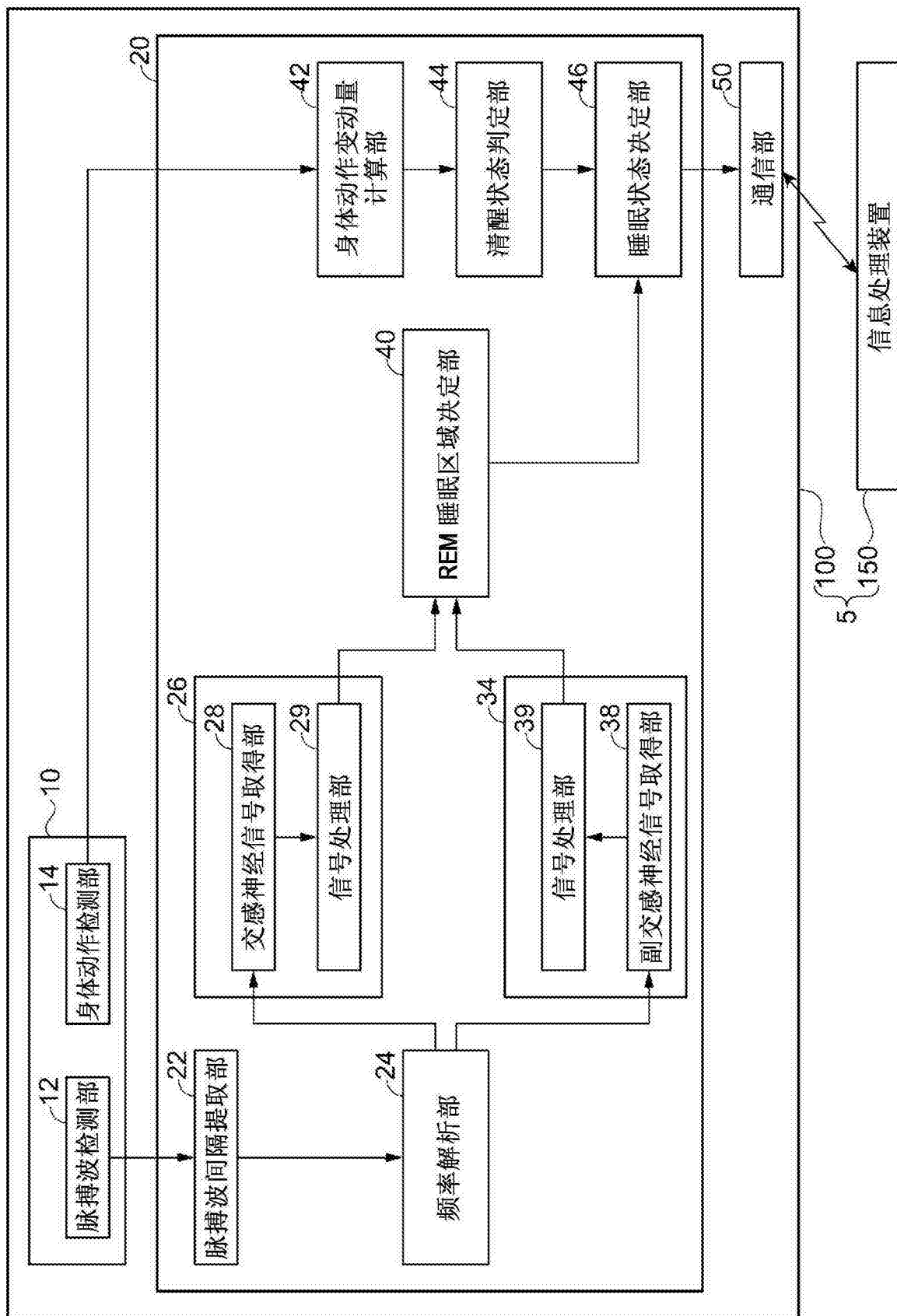


图 1

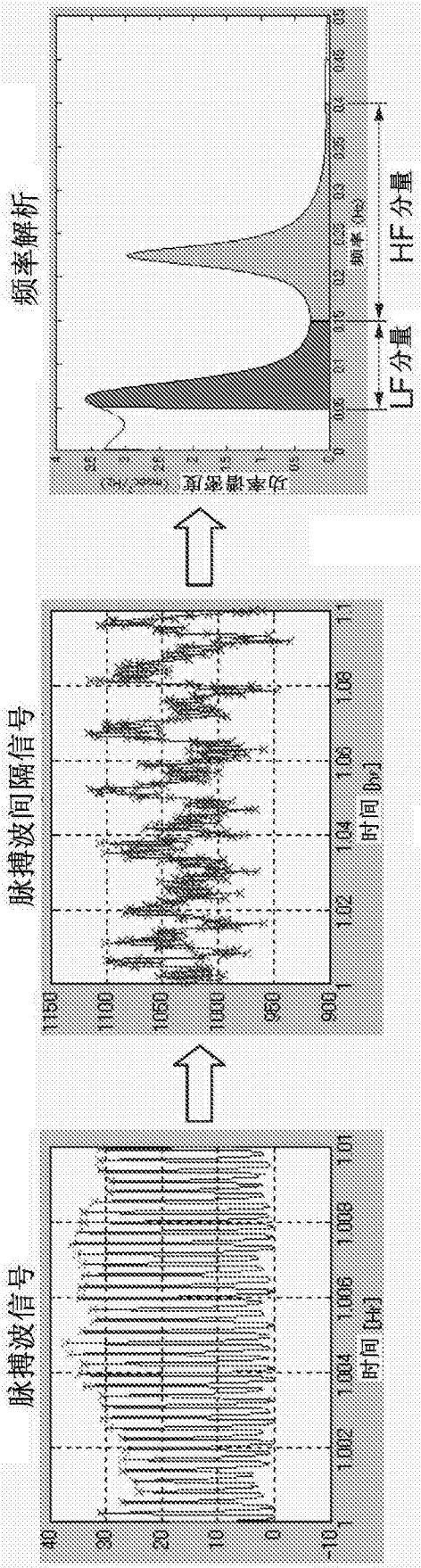


图 2

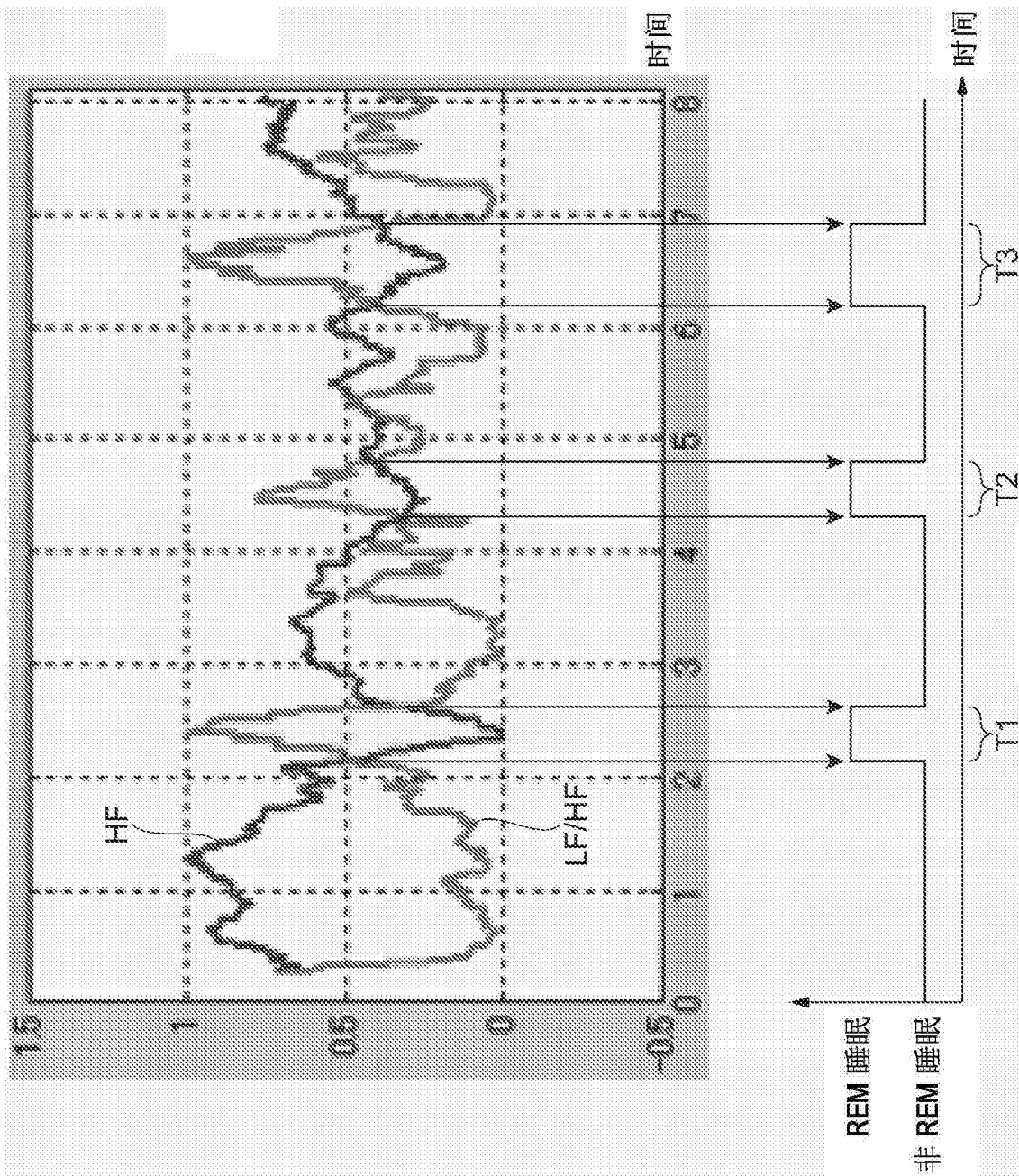


图 3

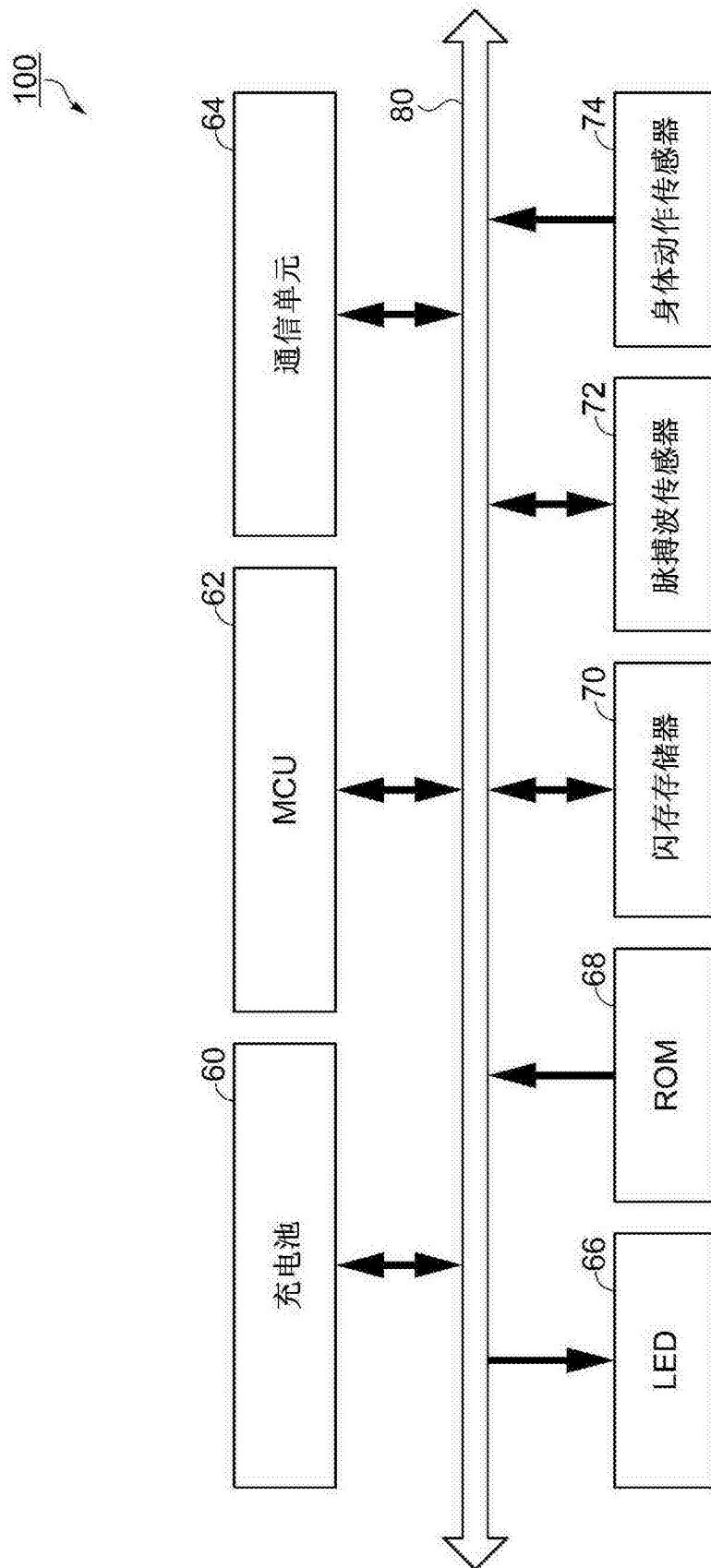


图 4

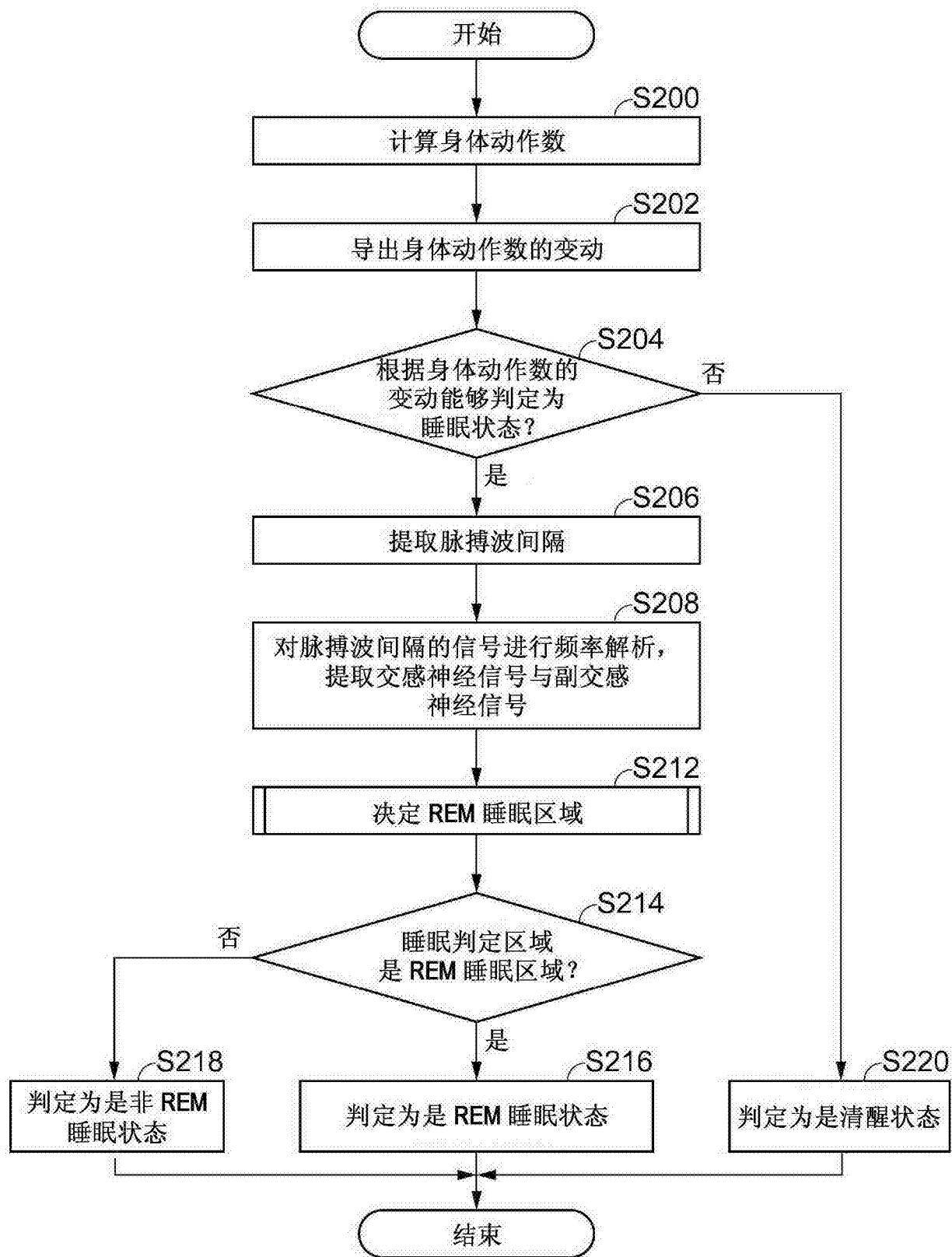


图 5

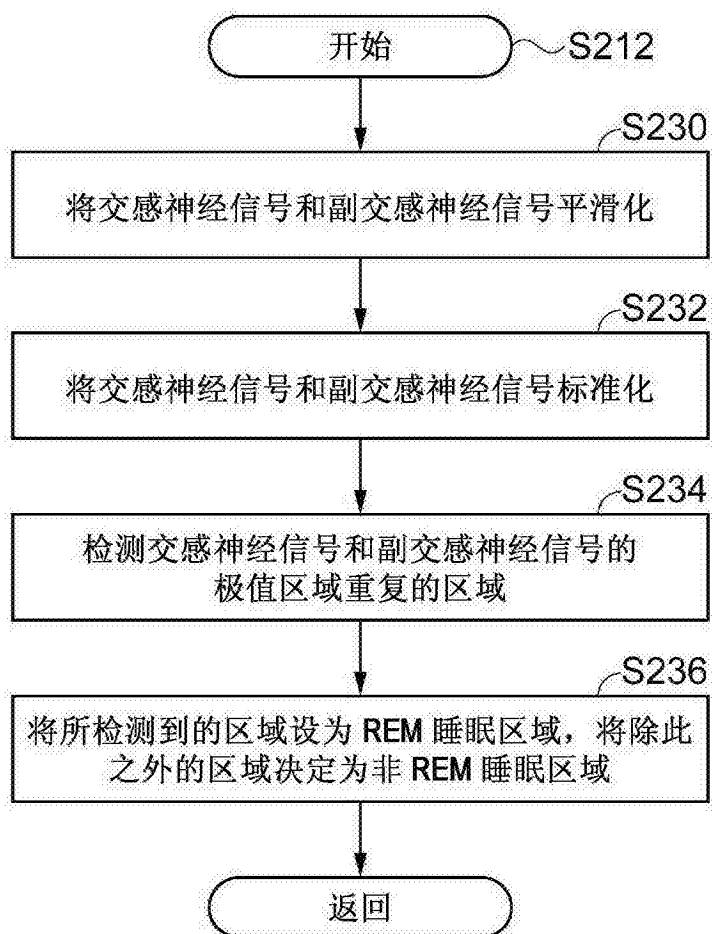


图 6

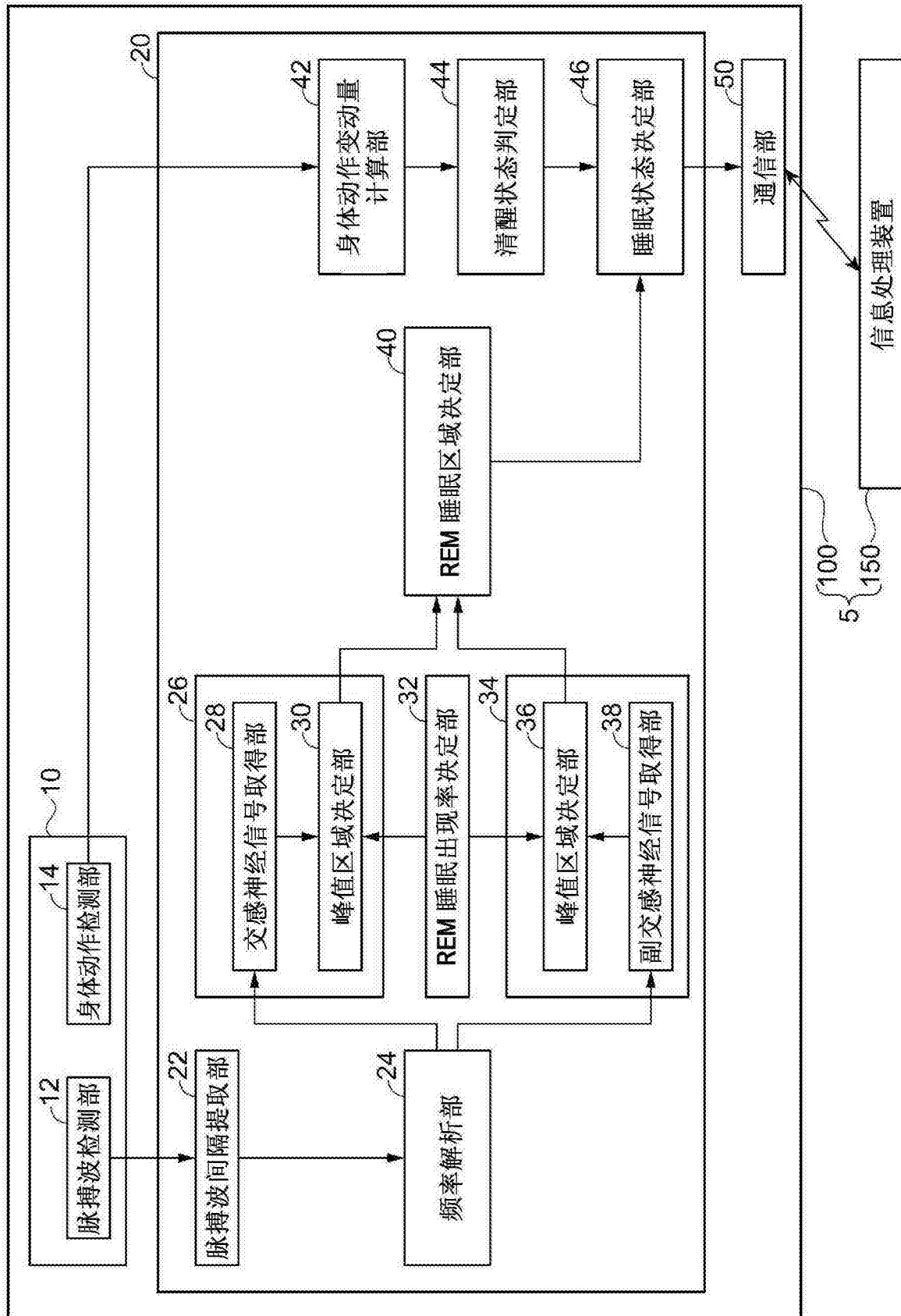


图 7

年龄	REM 睡眠时间的出现比例 (%)
新生儿	50
3~ 5 个月	40
6~23 个月	30
3~ 5 岁	20
19~30 岁	22
33~45 岁	18.9
50~70 岁	15
70~85 岁	13.8

图 8

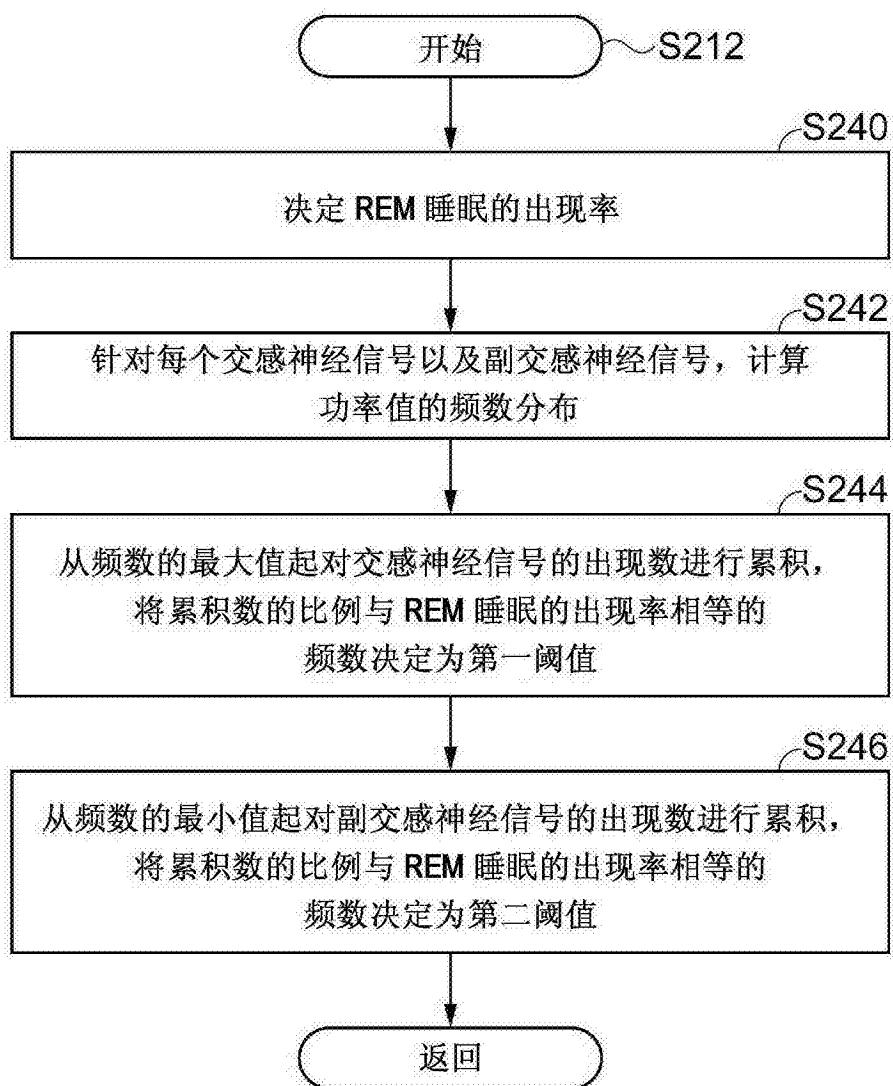


图 9

专利名称(译)	睡眠状态判定装置、睡眠状态判定方法及睡眠管理系统		
公开(公告)号	CN105496356A	公开(公告)日	2016-04-20
申请号	CN201510647121.X	申请日	2015-10-08
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
[标]发明人	丁耀政		
发明人	丁耀政		
IPC分类号	A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/4812 A61B5/7278 A61B5/4809		
优先权	2014206972 2014-10-08 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了睡眠状态判定装置、睡眠状态判定方法及睡眠管理系统，该睡眠状态判定装置具备：测定部，测定生物体信息；以及判定部，根据测定部测定到的生物体信息，计算与第一自主神经的活动相对应的第一指标以及与第二自主神经的活动相对应的第二指标，导出表示第一指标的变动的第一变动信息以及表示第二指标的变动的第二变动信息，根据第一变动信息以及第二变动信息，判定生物体信息表示的睡眠状态是REM睡眠或是非REM睡眠。

