

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A61B 8/00 (2006.01)
A61B 5/03 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510003877.7

[43] 公开日 2006 年 7 月 26 日

[11] 公开号 CN 1806760A

[22] 申请日 2005.1.19

[21] 申请号 200510003877.7

[71] 申请人 微星科技股份有限公司

地址 台湾省台北县

[72] 发明人 吴宗佑 周宜宏 苏大荣 罗孟宗

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
代理人 蒲迈文 黄小临

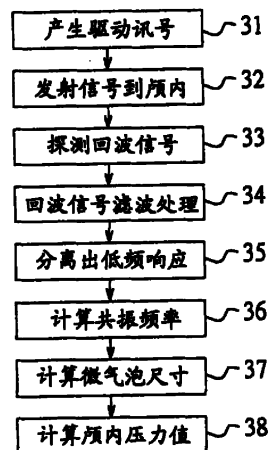
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 3 页

[54] 发明名称

颅内压量测方法及系统

[57] 摘要

一种颅内压量测方法，可对于一注射有对比剂并形成多数微气泡的颅骨内部区域进行量测，包含以下步骤：(1)对颅骨内部区域发射一带状频宽的超音波发射信号；(2)探测得一来自微气泡的回波信号；(3)回波信号进行频谱分析，得到接近直流部分的低频响应，其频宽与发射信号近似；(4)以低频响应的频宽、强度等表现特性作为参数计算微气泡的共振频率；(5)依据共振频率，配合对比剂的性质，求出微气泡的尺寸；(6)换算颅内压力值。



1. 一种颅内压量测方法，对于一注射有对比剂并形成多数微气泡的颅骨内部区域进行量测；该方法包含以下步骤：

- 5 (A) 对该区域发射一带状频宽的超音波发射信号；
 (B) 探测得一来自其中一微气泡的回波信号；
 (C) 针对该回波信号进行频谱分析并分离得到一低频响应，该低频响应的频宽近似于该发射信号的频宽；
 (D) 利用该低频响应的表现特性推算得一该微气泡的共振频率；及
10 (E) 依据该共振频率配合该对比剂的性质求出一该微气泡的尺寸及一该区域的压力值。

2. 如权利要求 1 所述的颅内压量测方法，其中，该步骤 (D) 是依据该低频响应的频宽、强度作为参数，利用经验关系式计算该微气泡的共振频率。

- 15 3. 如权利要求 2 所述的颅内压量测方法，其中，该频宽参数经过标准化处理，将频宽除以发射信号的中心频率。

4. 如权利要求 2 所述的颅内压量测方法，其中，该强度参数经过标准化处理，将低频响应强度除以发射信号的最高强度。

- 20 5. 如权利要求 1 所述的颅内压量测方法，其中，该步骤 (E) 是依据微气泡在该对比剂本身性质下共振频率与微气泡尺寸的关系，求出该微气泡的尺寸。

6. 如权利要求 5 所述的颅内压量测方法，其中，该共振频率与微气泡在一维尺度下的尺寸的乘积概为定值。

- 25 7. 一种颅内压量测系统，对于一注射有对比剂并形成多数微气泡的颅骨内部区域进行量测；该系统包含：

一发射模块，用以对该区域发射一带状频宽的超音波发射信号；

一接收模块，用以探测得一来自其中一微气泡的回波信号；及

一信号处理模块，与该接收模块连接，并包括：

- 30 一低频撷取单元，针对该回波信号进行频谱分析并分离得到一低频响应，该低频响应的频宽近似于该发射信号的频宽；

一共振频率计算单元，利用该低频响应的表现特性推算得一该微气泡

的共振频率；及

一压力计算单元，依据该共振频率及该对比剂的性质求出该微气泡的尺寸，并进一步推算该区域的压力值。

- 5 8.如权利要求 7 所述的颅内压量测系统，其中，该共振频率计算单元是依据该低频响应的频宽、强度作为参数，利用经验关系式计算该微气泡的共振频率。

9.如权利要求 8 所述的颅内压量测系统，其中，该频宽参数经过标准化处理，将频宽除以发射信号的中心频率。

- 10 10.如权利要求 8 所述的颅内压量测系统，其中，该强度参数经过标准化处理，将低频响应强度除以发射信号的最高强度。

11.如权利要求 7 所述的颅内压量测系统，其中，该压力计算单元是依据微气泡在该对比剂本身性质下共振频率与微气泡尺寸的关系，求出微气泡尺寸。

- 15 12.如权利要求 11 所述的颅内压量测系统，其中，共振频率与微气泡在一维尺度下的尺寸的乘积为定值。

13.一种应用超音波对比剂的压力量测方法，对于一注射有对比剂并形成多数微气泡的标的区域进行量测；该方法包含以下步骤：

- (A) 对该标的区域发射一带状频宽的超音波发射信号；
(B) 探测得一来自其中一微气泡的回波信号；
20 (C) 针对该回波信号进行频谱分析并分离得到一低频响应，该低频响应的频宽近似于该发射信号的频宽；
(D) 利用该低频响应的表现特性推算得一该微气泡的共振频率；及
(E) 依据该共振频率配合该对比剂的性质求出一该微气泡的尺寸及一该标的区域的压力值。

- 25 14.如权利要求 13 所述的应用超音波对比剂的压力量测方法，其中，该步骤 (D) 是依据该低频响应的频宽、强度作为参数，利用经验关系式计算该微气泡的共振频率。

15.如权利要求 14 所述的应用超音波对比剂的压力量测方法，其中，该频宽参数经过标准化处理，将频宽除以发射信号的中心频率。

- 30 16.如权利要求 14 所述的应用超音波对比剂的压力量测方法，其中，该强度参数经过标准化处理，将低频响应强度除以发射信号的最高强度。

17. 如权利要求 13 所述的应用超音波对比剂的压力量测方法, 其中, 该步骤 (E) 是依据微气泡在该对比剂本身性质下共振频率与微气泡尺寸的关系, 求出该微气泡的尺寸。

18. 如权利要求 17 所述的应用超音波对比剂的压力量测方法, 其中, 5 该共振频率与微气泡在一维尺度下的尺寸的乘积为定值。

19. 一种应用超音波对比剂的压力量测系统, 对于一注射有对比剂并形成多数微气泡的标的区域进行量测, 该系统包含:

一发射模块, 用以对该标的区域发射一带状频宽的超音波发射信号;

一接收模块, 用以探测得一来自其中一微气泡的回波信号; 及

10 一信号处理模块, 与该接收模块连接, 并包括:

一低频撷取单元, 针对该回波信号进行频谱分析并分离得到一低频响应, 该低频响应的频宽近似于该发射信号的频宽;

一共振频率计算单元, 利用该低频响应的表现特性推算得一该微气泡的共振频率; 及

15 一压力计算单元, 依据该共振频率及该对比剂的性质求出该微气泡的尺寸, 并进一步推算该标的区域的压力值。

20. 如权利要求 19 所述的应用超音波对比剂的压力量测系统, 其中, 该共振频率计算单元是依据该低频响应的频宽、强度作为参数, 利用经验关系式计算该微气泡的共振频率。

20 21. 如权利要求 20 所述的应用超音波对比剂的压力量测系统, 其中, 该频宽参数经过标准化处理, 将频宽除以发射信号的中心频率。

22. 如权利要求 20 所述的应用超音波对比剂的压力量测系统, 其中, 该强度参数经过标准化处理, 将低频响应强度除以发射信号的最高强度。

23. 如权利要求 19 所述的应用超音波对比剂的压力量测系统, 其中, 25 该压力计算单元是依据微气泡在该对比剂本身性质下共振频率与微气泡尺寸的关系, 求出微气泡尺寸。

24. 如权利要求 23 所述的颅内压量测系统, 其中, 共振频率与微气泡在一维尺度下的尺寸的乘积为定值。

颅内压量测方法及系统

技术领域

本发明涉及一种颅内压量测的方法，特别是涉及一种非侵入式，且以超音波对比剂并应用特殊信号处理技术的颅内压力量测方法。

背景技术

关于外伤性颅内血肿、颅内肿瘤、出血性脑血管疾病、脑膜炎，或先天性颅部畸形等疾病，发生时往往产生颅内压增高的现象，且由于脑膜、血管或神经受挤压、牵扯，导致患者持续头痛、阵发性加剧、呕吐，甚至因视乳头水肿而导致视神经萎缩、造成不可恢复的失明。因此，早期发现颅高压，以及及时的处理极为重要。

一般对于颅内压是否增高的检测方式，除了以临床上头痛、呕吐等症状作为参考的外，主要仍需利用精确的量测方式进行确认，较为广泛使用的如（1）以腰椎穿刺检查得取脑脊液进行分析、（2）拍摄X光片，检视脑回压迹、骨缝分离、颅骨内板变薄、蝶鞍扩大等项目，及（3）脑部超音波检测等方式。

其中，第（1）种属侵入式量测，具有感染及病患适用性的问题；第（2）种虽属非侵入式量测，但对于颅高压早期诊断却不一定有效。至于第（3）种的脑部超音波检测，由于其外部由颅骨包覆的关系，对脑内发射的超音波讯号传递经颅骨会大量衰减，导致所探测的回波信号微弱、质量不佳。

近年来，对于超音波讯号质量的问题，发展出在血液或淋巴液中加入对比剂（contrast agent）的辅助方法，是基于其中微气泡（microbubble）对声波具有良好回波特性，可达到提升信号质量的目的，有助于相关参数的量取。

请参阅图1，有关对比剂的超音波回波信号，进行频谱分析可发现已知的一基频响应（fundamental response）11、一第二谐振响应（second harmonic response）12，及一次谐振响应（subharmonic）13。后二者皆

属气泡的非线性反应，且需要较高的发射声压才能使微气泡产生，其中又以次谐振响应 13 所需的声压最高。

其中，基频响应在血流与周围组织中皆可发现，因此无法用以比对及识别，失去利用价值。

就第二谐振响应而言，一方面由于其属高频，经过颅骨后衰减的程度特别显著；另一方面则由于在哺乳类动物组织中也能发现第二谐振响应，使得利用第二谐振响应来区别血液、淋巴液与周围组织的能力大为降低。

就次谐振响应而言，在美国第 6,302,845 号专利中，披露一种使用传统的超音波系统，以对比剂为辅助，用以推断心脏或门静脉的压力的方法。其技术特点在于：针对微气泡在施加不同压力的情况下，所产生次谐振响应的差异，进而推断出压力值。然而，当明显的次谐振响应被所需的高压激发出来时，往往伴随微气泡开始破裂的现象。倘若此方法使用于颅内压的量测，微气泡破裂现象恐对脑部安全性造成威胁。

发明内容

因此，本发明的目的是提供一种非侵入式的颅内压量测方法及系统。

本发明的另一目的是提供一种可及时求得颅内压的量测方法及系统。

本发明的再一目的是提供一种精确且安全的颅内压量测方法及系统。

本发明颅内压量测方法及系统，可对于一注射有对比剂并形成多数微气泡的颅骨内部区域进行量测，该系统包含一超音波探头 (transducer)、与超音波探头相连的一发射模块及一接收模块，及一与接收模块连接的信号处理模块。

该方法则包含以下步骤：

(1) 发射模块产生驱动讯号，令超音波探头对颅骨内部区域发射一带状频宽的超音波发射信号，亦即短脉冲信号 (short-pulse)。由于本发明所撷取用以分析的信号，受颅骨衰减的程度微小 (详细说明于下文)，因此该超音波探头可选择自颅部任意位置进行量测，使超音波穿透颅骨等介质进入颅部血管。

(2) 超音波探头探测得一来自微气泡的回波信号，并传送至接收模块。

(3) 接收模块将回波信号传递至信号处理模块，以进行进一步的运

算处理工作。

(4) 信号处理模块将回波信号进行频谱分析, 得到一基频响应、一第二谐振响应、一次谐振响应, 及一以往被忽略的低频响应 (low-frequency response)。低频响应的产生可在本发明所推导的理论及实验中共同被支持—当微气泡受双频率声波信号同时刺激, 且该双频够接近时 (适当发射频宽), 该双频的差值在频谱中接近直流的部分被激发, 也就是低频响应。值得注意的是, 低频响应特性之一在于: 不需要如次谐振响应所需的高声压, 即可被激发产生, 因此不会有微气泡破裂的现象, 相较于已知技术显然更安全且适用于颅内压量测。

(5) 信号处理模块利用低频响应的频宽、强度等表现特性作为参数, 以由双频率解析解延伸的公式, 计算得一该微气泡的共振频率。

(6) 信号处理模块依据该共振频率, 配合对比剂的性质, 求出一该微气泡的尺寸。其中, 基于对比剂的不同, 其微气泡共振频率与尺寸的关系亦有所不同。

(7) 最后, 由于微气泡尺寸会受到其所在的环境压力值影响, 信号处理模块可依据微气泡的尺寸, 换算出颅骨内部区域的压力值。

由于本发明是采用超音波回波信号的低频响应进行运算, 而低频响应信号穿透颅骨的衰减程度相较于高频要小, 因此由超音波探头接收到的信号质量较佳, 可快速且精确地依据其特性求出压力值。此外, 前述对比剂不限于注入血管中, 可透过肌肉注射进入淋巴液, 因此同样可应用本发明方法对淋巴液所在区域进行压力量测。

值得一提的是, 正因为本发明分离采用的低频响应, 无须施予高压即可产生, 且具有不受高衰减率介质的衰减影响的特质, 因此可更安全且有效地应用在哺乳类动物其它器官如心脏, 或门静脉的压力探测, 甚至用来探测任一异介质, 例如建筑物龟裂、细缝探测、海洋中鱼类探测等。

附图说明

图 1 是一超音波回波信号的频谱图, 说明在已知技术文献披露的基频、第二谐振, 及次谐振响应;

图 2 是本发明颅内压量测系统一较佳实施例的系统方块图;

图 3 是本发明颅内压量测方法一较佳实施例的流程图;

图 4 是一超音波回波信号的频谱图,说明应用本发明方法及系统分离出一低频响应;及

图 5 是一微气泡的共振频率与回波信号的频宽、强度关系图。

附图符号说明

- 11 . . . 基频响应
- 12 . . . 第二谐振响应
- 13 . . . 次谐振响应
- 20 . . . 信号处理模块
- 21 . . . 超音波探头
- 22 . . . 发射模块
- 23 . . . 接收模块
- 24 . . . 滤波单元
- 25 . . . 低频撷取单元
- 26 . . . 共振频率计算单元
- 27 . . . 压力计算单元
- 31 ~ 38 步骤
- 41 . . . 基频响应
- 42 . . . 低频响应

具体实施方式

有关本发明的前述及其它技术内容、特点与功效,在以下结合附图的一个较佳实施例的详细说明中,将可清楚的呈现。

如图 2 所示,本发明颅内压量测系统的较佳实施例是以一颅骨内部区域的压力作为量测目标,并事先以一般静脉注射的方式将对比剂注入,使该区域血液中存在多数微气泡。颅内压量测系统包含一超音波探头 21、与超音波探头 21 相连的一发射模块 22 及一接收模块 23,及一与接收模块 23 连接的信号处理模块 20。信号处理模块 20 内部又包含依序相连的一滤波单元 24、一低频撷取单元 25、一共振频率计算单元 26,及一压力计算单元 27。

请参阅图 3,本发明颅内压量测方法则包含以下步骤:

步骤 31—发射模块 22 产生一驱动讯号，传递至超音波探头 21。该超音波探头 21 应预先贴靠于颅部外表任意处。

步骤 32—超音波探头 21 依据该驱动讯号，发射一带状频宽的超音波发射信号，使发射信号穿透颅骨到达颅内区域的血管。该发射信号无须为高声压，中心频率可采用一般仪器可发出的 2-10MHz，信号频宽可大致选择为中心频率的 10-40%。在本实施例以 3.25MHz 且频宽为中心频率的 20% 举例作说明。

步骤 33—超音波探头 21 探测得一来自微气泡的回波信号，并传送至接收模块 23。

步骤 34—接收模块 23 将回波信号传递至信号处理模块 20 的滤波单元 24，进行滤波处理使该探测得到的回波信号质量提升。

步骤 35—请参阅图 4, 低频撷取单元 25 接收来自滤波单元 24 的回波信号, 并进行频谱分析。依据该回波信号的频率分布, 可得到一与发射频率的中心频率及频宽相当的基频响应 41, 及一接近直流的部分的低频响应 42, 并利用带通滤波器撷取一低频响应 42。该低频响应 42 频宽近似于基频响应 41 的频宽。

步骤 36—信号处理模块 20 的共振频率计算单元 26, 以低频响应的频宽、强度等表现特性作为参数, 利用由双频率解析解, 配合气泡振动非线性特征所延伸的 (式 1), 计算得一该微气泡的共振频率。

$$P^2 \propto p^2 X_{12}^2 B_\rho^4 \dots \dots \dots (式 1)$$

其中, $P = p_L / p_F$, (p_L : 低频响应强度, p_F : 基频响应强度峰值), 也就是经标准化处理的低频响应强度。

p: 发射声压

$$X_{12} = \left\{ \left[1 - \left(\frac{\Delta f}{f_0} \right)^2 \right]^2 + \left(\delta \cdot \frac{\Delta f}{f_0} \right)^2 \right\}^{-1/2}$$

(f_0 : 共振频率, Δf : 频宽)

$B_e = \Delta f / f_c$ (f_c : 基频的中心频率), 也就是经标准化处理的低频响应频宽。

有关上式,可制成如图 5 所示的共振频率-频宽关系图,横轴代表共振频率 f_0 , 单位 MHz; 纵轴代表标准化频宽 B_s ; 图中封闭的等高曲线代表

标准化强度 P ，并以深度表示强度。

由图 5 可知，在频宽设定为中心频率的 20% 情况下，视所测得回波的低频响应 42 的强度，可得知微气泡的共振频率。

步骤 37—信号处理模块 20 的压力计算单元 27，依据步骤 36 求出的共振频率，利用（式 2）可求出该微气泡的尺寸。

$$f_0 \cdot R_0 \approx 3.2 \quad \dots \dots \dots \text{（式 2）}$$

其中， f_0 代表共振频率，单位 MHz；

R_0 代表微气泡的直径，单位 μm 。

（式 2）来自于对比剂本身性质，在本实施例所采用的对比剂，其微气泡的直径与共振频率的乘积值恒等于 3.2。该乘积值依对比剂的种类而有所差异。

步骤 38—最后，由于微气泡尺寸会受到其所在的环境压力值影响，信号处理模块 20 的压力计算单元 27 依据步骤 37 所求得的微气泡尺寸，换算出颅骨内部区域的压力值。

归纳上述，本发明颅内压量测方法及系统具有以下特点：

（1）非侵入式量测方法，无伤口照顾及感染问题，并且适合各种病况的患者使用。

（2）不需要其它辅助设备，可配合一般既有的超音波系统进行及时的量测，减少额外成本的耗费。

（3）由于接收的回波仅取低频响应，其较不受颅骨衰减影响，可说是仅受单程衰减影响，因此在本发明超音波探头 21 发射超音波信号及探测的位置可任意选定，不限于已知眼窝、太阳穴等部位。

（4）由于回波的低频响应以低声压的发射信号即可激发，因此不会有微气泡破裂的问题，对于颅部压力的量测而言较为安全。

（5）采用回波信号的低频响应进行运算，相较于基频或第二谐振响应而言，对于血流与周围组织的辨识区分能力高，且由于其低频特性而可视深度较深；相较于次谐振响应，则微气泡保存时间长，安全且利于观察。

因此确实可达到本发明安全、及时、经济且精确量测颅内压的目的。

以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，而不能以此限定本发明实施的范围，因此依本发明权利要求及说明书内容所作的简单的等效变化与修饰，均属本发明专利涵盖的范围。

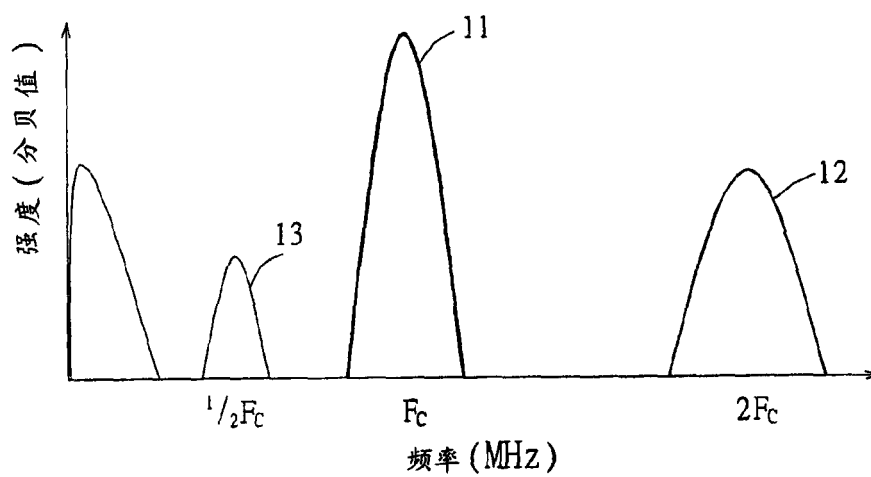


图 1

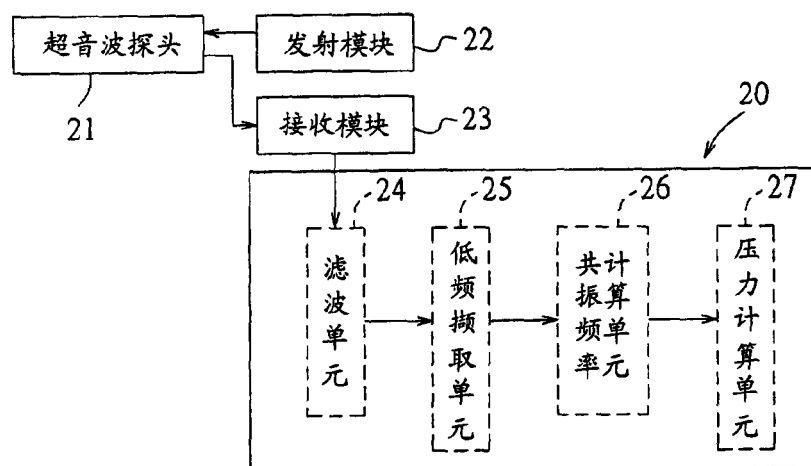


图 2

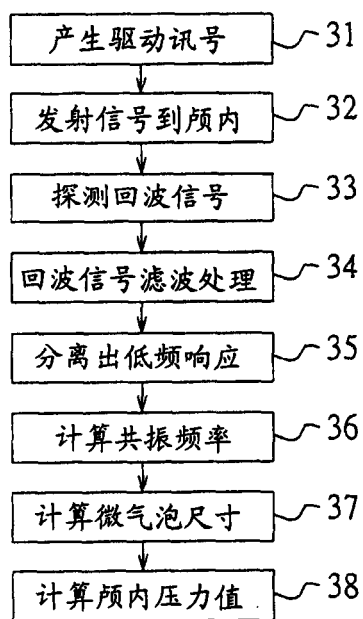


图 3

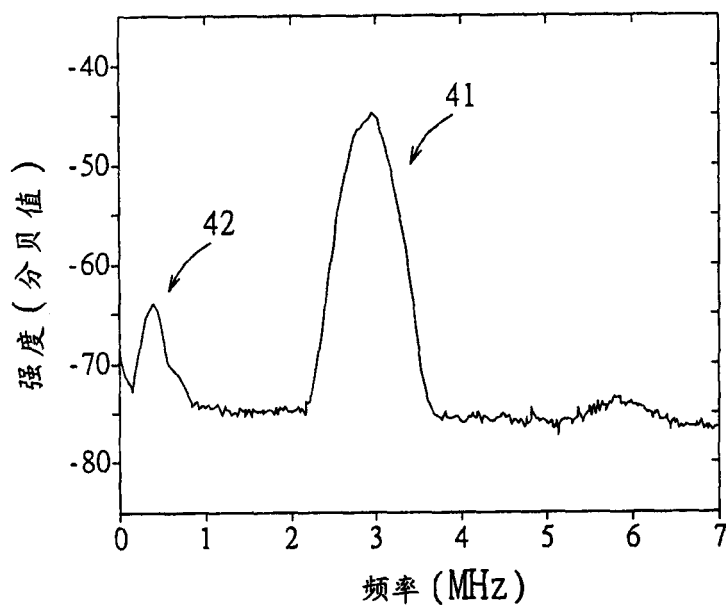


图 4

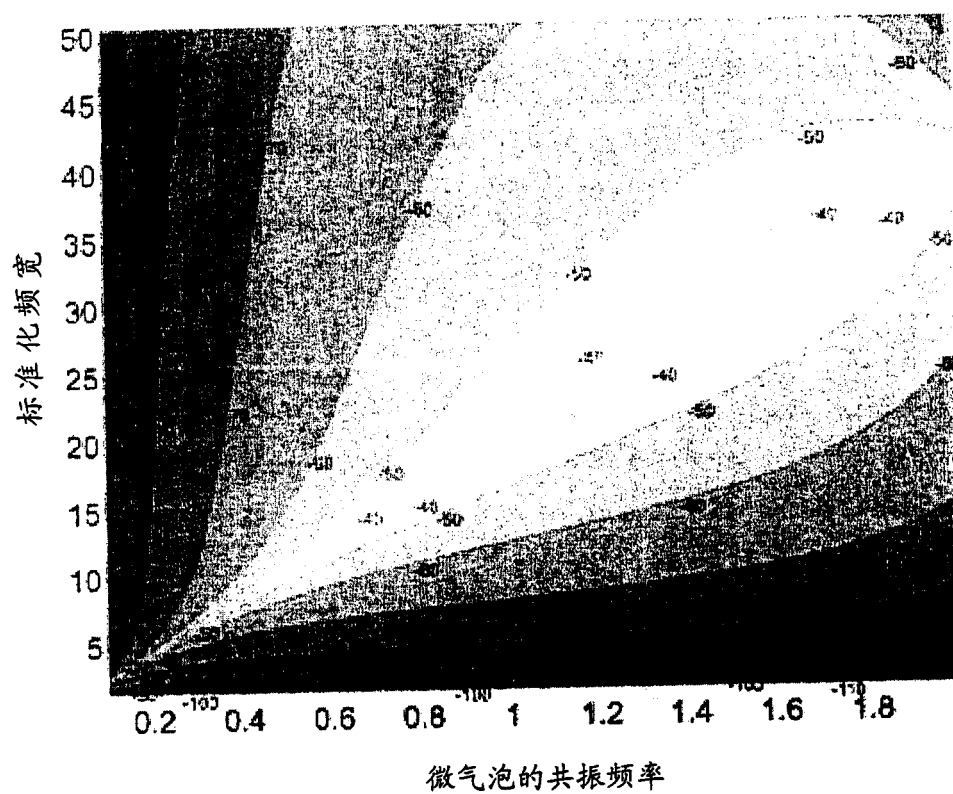


图 5

专利名称(译)	颅内压量测方法及系统		
公开(公告)号	CN1806760A	公开(公告)日	2006-07-26
申请号	CN200510003877.7	申请日	2005-01-19
[标]申请(专利权)人(译)	微星科技股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	微星科技股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	微星科技股份有限公司		
[标]发明人	吴宗佑 周宜宏 苏大荣 罗孟宗		
发明人	吴宗佑 周宜宏 苏大荣 罗孟宗		
IPC分类号	A61B8/00 A61B5/03		
CPC分类号	A61B8/0808		
其他公开文献	CN100536783C		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种颅内压量测方法，可对于一注射有对比剂并形成多数微气泡的颅骨内部区域进行量测，包含以下步骤：(1)对颅骨内部区域发射一带状频宽的超音波发射信号；(2)探测得一来自微气泡的回波信号；(3)回波信号进行频谱分析，得到接近直流部分的低频响应，其频宽与发射信号近似；(4)以低频响应的频宽、强度等表现特性作为参数计算微气泡的共振频率；(5)依据共振频率，配合对比剂的性质，求出微气泡的尺寸；(6)换算颅内压力值。

