



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510067149.2

[45] 授权公告日 2009 年 4 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 100479888C

[22] 申请日 2005.4.19

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司

[21] 申请号 200510067149.2

[73] 专利权人 陈思平

代理人 王永文

地址 518060 广东省深圳市南海大道深圳
大学

共同专利权人 香港理工大学

[72] 发明人 陈思平 郭 霞 吴贤发

[56] 参考文献

EP0991447B1 2004.12.1

US5549544A 1996.8.27

CN1171730A 1998.1.28

CN1096703A 1994.12.28

CN1233968A 1999.11.3

审查员 张行素

权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称

一种促进骨折愈合的超声波治疗仪及其超声
波产生方法

[57] 摘要

一种促进骨折愈合的超声波治疗仪及超声波产生方法，包括：超声波治疗仪本体及其工作头，超声波治疗仪本体包括用于产生编码序列调制发射波的编码序列波发生器；编码序列调制发射波经功率放大器放大后，通过工作头将超声波能量发射出去。产生超声波的方法，A、用高频正弦波发生器产生一高频正弦波；且用低频序列产生器产生一低频序列，B、用同步信号源产生一同步信号，使高频正弦波和低频序列同步且同相位；C、通过乘法器进行编码调制，得到连续的编码序列调制发射波。该编码序列调制波具有波形峰值低、穿透力强并且不产生热效应的优点，能加快骨折愈合。



1、一种促进骨折愈合的超声波治疗仪，包括：超声波治疗仪本体及其工作头，其特征在于：所述超声波治疗仪本体包括一编码序列波发生器，所述编码序列波发生器用于产生连续的编码序列调制发射波；所述连续的编码序列调制发射波经功率放大器放大后，通过所述工作头发射出去。

2、根据权利要求 1 所述的超声波治疗仪，其特征在于：所述的编码序列波发生器包括：一用于产生高频连续脉冲/高频正弦波的高频连续脉冲/高频正弦波发生器；一用于产生低频周期编码序列的低频序列产生器，所述低频周期编码序列用于编码调制所述高频连续脉冲/高频正弦波；一用于控制所述高频连续脉冲/高频正弦波和低频周期编码序列同步且同相位的同步信号发生器；以及一乘法器，所述乘法器的两输入端分别与所述高频连续脉冲/高频正弦波发生器和低频序列产生器的输出端相连，并生成和输出所述连续的编码序列调制发射波。

3、根据权利要求 1 所述的超声波治疗仪，其特征在于：所述的编码序列波发生器包括：一用于产生高频连续脉冲/高频正弦波的高频连续脉冲/高频正弦波发生器；一用于产生低频周期编码序列的低频序列产生器，所述低频周期编码序列用于编码调制所述高频连续脉冲/高频正弦波；一分频器，所述高频连续脉冲/高频正弦波经所述分频器分频后产生一同步信号，所述同步信号作用于所述低频序列产生器，使所述低频周期编码序列与所述高频连续脉冲/高频正弦波同步且同相位；以及一乘法器，所述乘法器的两输入端分别与所述高频连续脉冲/高频正弦波发生器和低频序列产生器的输出端相连，并生成和输出所述连续的编码序列调制发射波。

4、根据权利要求 2 所述的超声波治疗仪，其特征在于：所述的高频连续脉冲/高频正弦波的频率是 500 KHz—3 MHz；所述的低频周期编码序列的频率是几 Hz—几千 KHz。

5、根据权利要求 4 所述的超声波治疗仪，其特征在于：所述的编码序列包括 m 序列或伪随机码序列。

6、根据权利要求 1 至 5 任意权项所述的超声波治疗仪，其特征在于：在所述工作头的与人体接触的部位上，设置一耦合物，所述耦合物采用与水的声阻抗相同的材料制成。

7、根据权利要求 6 所述的超声波治疗仪，其特征在于：所述的耦合物为套状，套装在所述工作头的前端，并与所述工作头的外部紧密接触。

8、根据权利要求 7 所述的超声波治疗仪，其特征在于：所述耦合物采用具有弹性的材料制成，使所述耦合物能在外力的作用下产生弹性变形。

9、根据权利要求 8 所述的超声波治疗仪，其特征在于：所述耦合物由 Aquaflex ultrasound gel pad 制成。

10、根据权利要求 7 所述的超声波治疗仪，其特征在于：所述的工作头与骨科夹具以可拆装方式相连接，固定配合成一体。

11、根据权利要求 8 所述的超声波治疗仪，其特征在于：所述的工作头与骨科夹具之间为卡接。

12、一种特定超声波产生的方法，包括如下步骤：

A、用一高频连续脉冲/高频正弦波发生器产生一高频连续脉冲/高频正弦波；用一低频序列产生器产生一用于编码调制所述高频连续脉冲/高频正弦波的低频周期编码序列；

- B、用同步信号源产生一同步信号，所述同步信号使所述高频连续脉冲/高频正弦波和所述低频周期编码序列同步且同相位；
- C、将所述同步且同相位的高频连续脉冲/高频正弦波和低频周期编码序列在一乘法器内进行编码调制，得到连续的编码序列调制发射波。

一种促进骨折愈合的超声波治疗仪及其超声波产生方法

技术领域

本发明涉及医疗设备领域，尤其涉及一种用于促进骨折愈合的超声波治疗仪，及其产生特定超声波的方法。

背景技术

超声波能量可以促进骨折的愈合已为现代人们所知，而骨折愈合按照骨折缝组织对超声波的传导性能可大致为三个阶段：炎性反应阶段、软骨痴阶段、及骨痴阶段。到目前为止，公开的现有超声波促进骨折愈合仪器和方法，都是依据直接刺激骨生成组织或细胞的原理而成；由于其作用原理是直接刺激软骨内骨形成，故只能在炎性反应和软骨痴阶段对骨折的愈合起作用；并且由于现有治疗骨折愈合的超声波多采用如图1所示的单脉冲调制型，即通过图1a所示的限定期限的单脉冲（低频脉冲）波调制高频正弦波或脉冲波，形成图1b所示的脉冲式调制波，作为发射脉冲，存在发射波形峰值高、穿透力差的缺点，因此治疗和促进骨折愈合需要很长时间；而且，参见 Einhorn TA 1998 年的文章 Clinically applied models of bone regeneration in tissue engineering research. Clinical Orthopaedics and Related Research 367s: 59-67 可知，有大约 10% 的骨折病例可能发生延迟愈合或不愈合。最近，经过研究发现各阶段骨痴内都有降钙素基因相关蛋白（Calcitonin gene related peptide, CGRP）阳性神经纤维长入，CGRP 阳性神经纤维能感受超声波刺激，分泌 CGRP，加快骨折愈合；而目前无任何报道涉及用超声波刺激组织中 CGRP 阳性神经纤维而达到促进骨折

愈合的骨折康复。

另外，目前治疗骨折愈合的超声波工作头与人体接触需要液态耦合剂来耦合，液态耦合剂的用量不当会影响超声波向人体的传递；而且治疗骨折愈合的超声波工作头与人体接触面都是采用非弹性不可变形的材料，在身体表面凹凸不平或较少软组织的部位如手腕、手指等部位很难达到工作头表面与人体表面紧密结合，从而影响超声波向人体的传递，而无法达到有效治疗的目的。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是：提供一种促进骨折愈合的超声波治疗仪，该超声波治疗仪能产生波形峰值低、穿透力强的特定超声波能量。

本发明进一步要解决的问题是对工作头进行改进，使工作头与人体表面之间不用流体或半流体的媒介物（耦合剂）介导，也能将超声波有效地传导到人体。

本发明所要解决的另一技术问题是：提供一种产生特定超声波的方法。

本发明为解决上述技术问题所采用的技术方案为：

一种促进骨折愈合的超声波治疗仪，包括：超声波治疗仪本体及其工作头，所述超声波治疗仪本体包括一编码序列波发生器，所述编码序列波发生器用于产生连续的编码序列调制发射波；所述连续的编码序列调制发射波经功率放大器放大后，通过所述工作头发射出去。

所述的第一种超声波治疗仪，其中：所述的编码序列波发生器包括：一用于产生高频连续脉冲/高频正弦波的高频连续脉冲/高频正弦波发生器；一用于产生低频周期编码序列的低频序列产生器，所述低频周期编码序列用于编码调制所述高频连续脉冲/高频正弦波；一用于控制所述高频连续脉冲/高频正弦波和低频周期编码序列同步且同相位的同步

信号发生器；以及一乘法器，所述乘法器的两输入端分别与所述高频连续脉冲/高频正弦波发生器和低频序列产生器的输出端相连，并生成和输出所述连续的编码序列调制发射波。

所述的第二种超声波治疗仪，其特征在于：所述的编码序列波发生器包括：一用于产生高频连续脉冲/高频正弦波的高频连续脉冲/高频正弦波发生器；一用于产生低频周期编码序列的低频序列产生器，所述低频周期编码序列用于编码调制所述高频连续脉冲/高频正弦波；一分频器，所述高频连续脉冲/高频正弦波经所述分频器分频后产生一同步信号，所述同步信号作用于所述低频序列产生器，使所述低频周期编码序列与所述高频连续脉冲/高频正弦波同步且同相位；以及一乘法器，所述乘法器的两输入端分别与所述高频连续脉冲/高频正弦波发生器和低频序列产生器的输出端相连，并生成和输出所述连续的编码序列调制发射波。

所述的超声波治疗仪，其中：所述的高频连续脉冲/高频正弦波的频率是 500 KHz—3 MHz；所述的低频周期编码序列的频率是几 Hz—几千 KHz。

所述的超声波治疗仪，其中：所述的编码序列包括 m 序列或伪随机码序列。

上述的超声波治疗仪在工作头上作了若干的改进，包括：在所述工作头的与人体接触的部位上，设置一耦合物，所述耦合物采用与水的声阻抗相同的材料制成。

所述的超声波治疗仪，其中：所述的耦合物为套状，套装在所述工作头的前端，并与所述工作头的外部紧密接触。

所述的超声波治疗仪，其中：所述耦合物采用具有弹性的材料制成，使所述耦合物能在外力的作用下产生弹性变形。

所述的超声波治疗仪，其中：所述耦合物由 Aquaflex ultrasound gel pad 制成。

所述的超声波治疗仪，其中：所述的工作头与骨科夹具以可拆装方式相连接，固定配合成一体；并且所述的工作头与骨科夹具之间采用卡接。

一种特定超声波产生的方法，包括如下步骤：

- A. 一高频连续脉冲/高频正弦波发生器产生一高频连续脉冲/高频正弦波；用一低频序列产生器产生一用于编码调制所述高频连续脉冲/高频正弦波的低频周期编码序列；
- B. 用同步信号源产生一同步信号，所述同步信号使所述高频连续脉冲/高频正弦波和所述低频周期编码序列同步且同相位；
- C. 将所述同步且同相位的高频连续脉冲/高频正弦波和低频周期编码序列在一乘法器内进行编码调制，得到连续的编码序列调制发射波。

本发明的有益效果为：本发明的超声波治疗仪，由于其超声发射采用了连续的编码序列调制波，因此具有波形峰值低、穿透力强并且不产生过热效应的优点，对骨折处的骨再生和感觉神经末稍分泌促骨生长因子具有促进作用，并通过促进神经末稍分泌促骨生长因子加强其促进骨再生的效果；同时编码序列调制波可以刺激各阶段骨痂内的 CGRP 阳性神经纤维分泌 CGRP，从而在骨折愈合的每个阶段都能对骨折的愈合起促进作用；因此本发明的超声波治疗仪能加快骨折愈合，缩短治疗时间，降低延迟愈合或不愈合的发生率。

本发明的超声波治疗仪，由于在工作头与人体接触的部位上设置了一耦合物，且所述耦合物采用与水的声阻抗相同的材料制成，使工作头本身具有自耦合作用，因此在工作头与人体接触的界面，不需要使用液

态耦合剂，而有效地介导超声波进入人体。并且，由于耦合物采用具有弹性的材料制成，固定在工作头上的耦合物在外力作用下会发生弹性变形，因此，即使在人体表面凹凸不平的部位，也可通过施加压力，使工作头与人体表面达到无间隙地紧密结合，保证了超声波有效地向人体传递，从而达到有效治疗的目的。

附图说明

图 1a 为现有技术用于调制的单脉冲，图 1b 为用单脉冲调制后的脉冲调制式正弦波；

图 2 为本发明超声治疗仪的方框图

图 3 为本发明第一种编码序列波发生器的方框图；

图 4 为本发明第二种编码序列波发生器的方框图；

图 5 a、b、c 为本发明采用的编码序列调制波的示意图；

图 6 为与骨科夹具固定配合使用的工作头结构示意。

具体实施方式

下面根据附图和实施例对本发明作进一步详细说明：

本发明的超声波治疗仪用于刺激肌体的骨再生、促进和加快骨折愈合。如图 2 所示，超声波治疗仪包括一起声波治疗仪本体及其工作头，而超声波治疗仪本体包括一编码序列波发生器及一功率放大器，编码序列波发生器用于产生连续的编码序列调制发射波；该编码序列调制发射波经功率放大器放大后，通过工作头将超声波能量发射出去，作用于人体，刺激肌体的骨再生，使骨折愈合。本发明与现有技术最显著的区别是，经工作头发射的超声波是编码序列调制波，并且编码序列调制波是一连续波。形成连续的编码序列调制波的波形如图 5 所示，图 5a 为用于编码的低频周期编码序列，其频率范围为几 Hz—几千 KHz；图 5b 所示为被编码的高频连续脉冲/高频正弦波，可以是图 5b 中实线所示的高

频正弦波，也可以是如图 5b 中虚线所示的高频连续脉冲波，所述的高频连续脉冲或高频正弦波的频率范围最好是在 500 KHz—3 MHz；图 5c 则是由图 5a 和图 5b 合成的编码序列调制波，并且合成的编码序列调制波是一连续波。由于连续的编码序列调制发射波具有波形峰值低、穿透力强并且不产生热效应的优点，因此能有效地作用于骨折深部，对骨折处的骨再生和感觉神经末稍分泌促骨生长因子具有促进作用，同时可以刺激各阶段骨痂内的 CGRP 阳性神经纤维分泌 CGRP，从而在骨折愈合的每个阶段都能对骨折的愈合起促进作用。

产生编码序列调制波的方法很多，如：可用单片机、数字、模拟电路、或可编程器件等实现。本发明的编码序列调制波由以下方法产生：

- A、用一高频连续脉冲/高频正弦波发生器产生一高频连续脉冲/高频正弦波；且用一低频序列产生器产生一用于编码调制所述高频连续脉冲/高频正弦波的低频周期编码序列，低频周期编码序列包括如 m 序列或伪随机码序列，且其编码可设定，如 1001010.....01, 或 10101100.....10；
- B、用同步信号源产生一同步信号，使高频连续脉冲/高频正弦波和低频周期编码序列同步且同相位；
- C、将同步且同相位的高频连续脉冲/高频正弦波和低频周期编码序列在一乘法器内进行编码调制，得到连续的编码序列调制发射波。根据上述方法，本发明具体采用以下两种编码序列波发生器：

如图 3 所示的第一种编码序列波发生器，包括：一用于产生高频连续脉冲/高频正弦波的高频连续脉冲/高频正弦波发生器；一低频序列产生器；一产生并提供同步信号，控制所述高频连续脉冲/高频正弦波和低频周期编码序列波同步且同相位的同步信号发生器；以及一乘法器，所述乘法器的两输入端分别与所述高频连续脉冲/高频正弦波发生器和低频序列产生器的输出端相连，生成并输出所述连续的编码序列调制发射波。

如图 4 所示的第二种编码序列波发生器，同样包括：一高频连续脉冲/高频正弦波发生器、一低频序列产生器、以及一乘法器，并且三者之间的连接方式及各自的功能都与第一种方案的相同；所不同的是，同步信号是由高频连续脉冲/高频正弦波发生器经一分频器分频产生，并且作用于所述低频序列产生器，使所述低频周期编码序列与所述高频连续脉冲/高频正弦波同步且同相位。

本发明的超声波治疗仪在工作头上也作了许多改进。如图 6 所示，为解决现有技术存在的问题，本发明的技术方案在所述的工作头与人体接触的部位上，固定设置了一耦合物 20，所述耦合物采用与水的声阻抗相同的材料制成，使工作头本身具有自耦合作用，这样在治疗的过程中，工作头与人体表面接触的界面不需要流体/半流体媒介物（耦合剂）介导。在实际中最简便易行的方法是将所述的耦合物 20 做成套状，紧贴工作头 10 的外部套装在所述工作头 10 的前端上，耦合物 20 与所述工作头 10 的外部紧密接触；如此设计，耦合物可以经常拆换，既便于清洗耦合物以保持其清洁，安装使用又方便。为了在人体表面凹凸不平的部位，也能使工作头与人体表面达到无间隙地紧密结合，保证超声波有效地向人体传递，制作所述耦合物的材料还应具有弹性，当对工作头施加外力时，耦合物会随人体表面 40 的曲线产生相应的弹性变形，从而保证工作头与人体表面达到无间隙地紧密结合。耦合物可采用美国 Parker Laboratory 生产的一种凝胶橡胶 Aquaflex ultrasound gel pad 制成，但不仅限于该材料。该材料为有弹性的复合高分子聚合物，其声阻抗与水的声阻抗相同，即使在不同厚度或不同压力变形状态下其声阻抗不变，可以有效地介导超声波进入人体；并且该材料具有生物兼容性，不对人体造成伤害。

由于本发明的工作头本身具有自耦合作用，不用液态耦合剂，也就不用顾虑液态耦合剂流入骨科夹具的夹板/石膏筒内的问题，因此使工

作头能与骨折闭合复位后的骨折夹具（夹板/石膏）配合使用。本发明将所述工作头10以可拆装方式与骨科夹具30相连接，固定配合成一体；工作头与骨科夹具之间可以采用卡接的方式连接，进行骨折愈合的治疗时，将超声波治疗仪的工作头卡在骨折夹具的相应部位，使工作头与骨折夹具固定成为一体；而结束治疗后，即可将工作头方便地拆卸下来，满足治疗使用的需求。

采用本发明的促进骨折愈合的超声波治疗仪，经过临床实验，其数据表明：1、能有效地缩短骨折愈合时间。每日用本发明的促进骨折愈合的超声波治疗仪刺激骨折部位5-15分钟，骨折愈合进度可加快30%。2、能减低骨折不愈合风险。每日用本发明的促进骨折愈合的超声波治疗仪刺激骨折部位5-15分钟，骨折不愈合风险可减低30-50%。

应当理解的是，本发明所述的一种用于促进骨折愈合的超声波治疗仪及其产生特定超声波的方法，上述针对较佳实施例的描述过于具体，并不能因此而理解为对本发明的专利保护范围的限制，其专利保护范围应以所附权利要求为准。

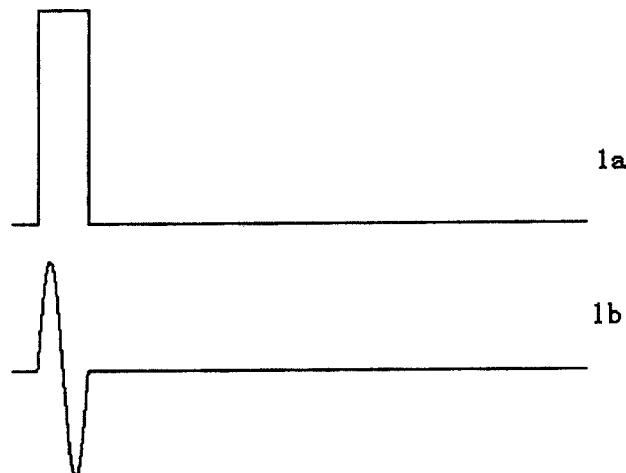


图1

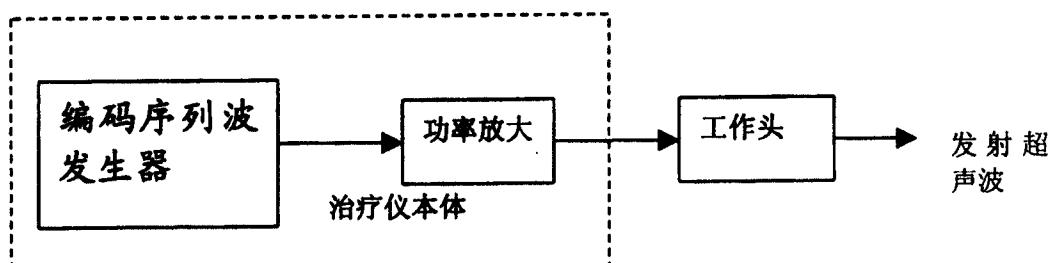


图2

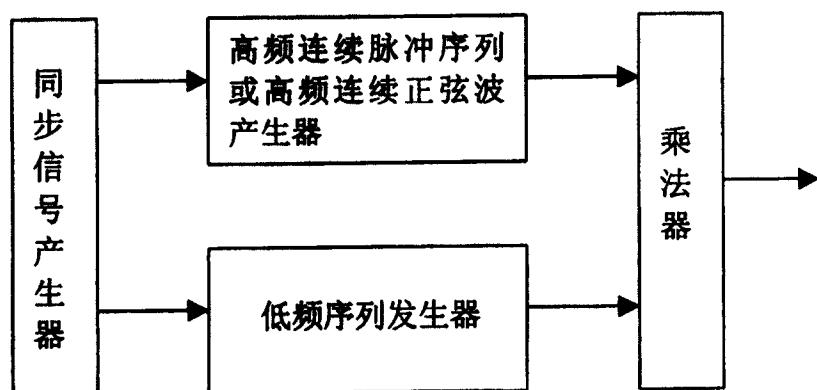


图3

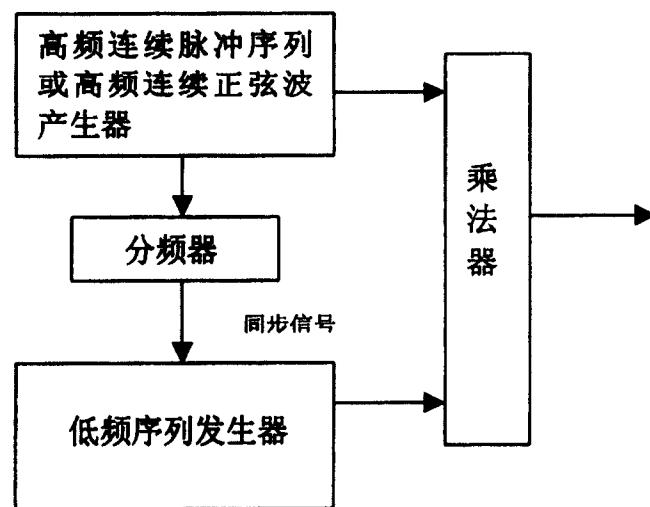


图4

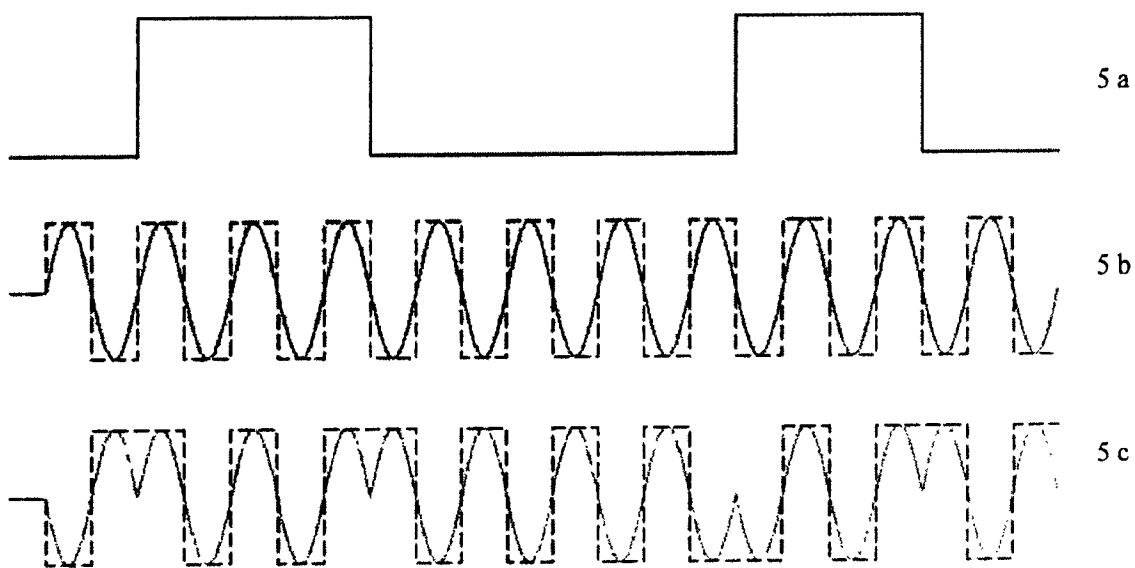


图5

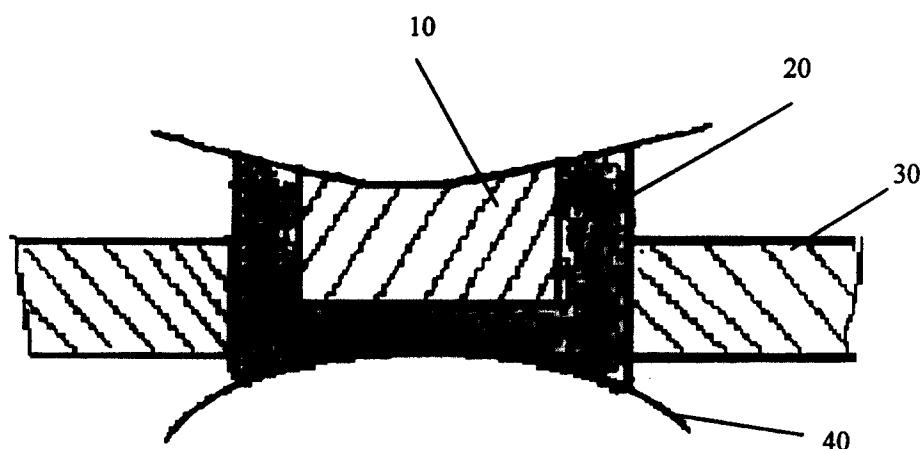


图6