



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109009224 A

(43)申请公布日 2018.12.18

(21)申请号 201810739763.6

(22)申请日 2018.07.06

(71)申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 郝冬梅 李帅 张超 杨琳 张松

杨益民 李旭雯

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理

有限公司 11203

代理人 张立改

(51) Int. Cl.

A61B 8/08(2006.01)

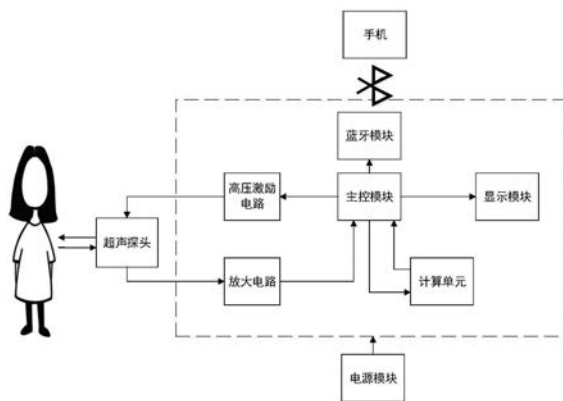
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

基于超声的皮下脂肪厚度测量仪

(57)摘要

基于超声的皮下脂肪厚度测量仪,属于脂肪厚度测量仪器领域。单片机作为主控模块发出脉冲串,输入高压激励电路,高压激励电路输出≥30V时,驱动超声探头发射端发出超声波,同时单片机定时器开始计时;超声波穿过皮肤、皮下脂肪组织,在皮下脂肪层和肌肉层的交界处产生反射回波,被超声探头接收端接收,经放大电路放大后输入至主控模块,触发单片机产生中断并计时;根据发射超声和超声回波的时间间隔及超声在脂肪组织中的传播速度,或者根据时间间隔与皮下脂肪厚度间的拟合方程,计算皮下脂肪厚度;皮下脂肪厚度可以直接在显示模块即显示器上显示,也可以通过蓝牙模块上传至手机。可以方便、快捷、无创测量身体任意部位的皮下脂肪厚度。



1. 一种超声皮下脂肪厚度测量仪,其特征在于,包括主机、超声探头和手机;主机包括主控模块、高压激励电路、放大电路、显示模块、蓝牙模块、电源模块和计算单元;超声探头包括发射端和接收端;主控模块分别与蓝牙模块、高压激励电路、放大电路、计算单元、显示模块连接;高压激励电路连接超声探头发射端,放大电路连接超声探头接收端;手机通过蓝牙模块与主控模块连接;

单片机作为主控模块发出脉冲串,输入高压激励电路,对高压激励电路中的电容进行充电,高压激励电路输出 $\geq 30V$ 时,驱动超声探头发射端发出超声波,同时单片机定时器开始计时;超声波穿过皮肤、皮下脂肪组织,在皮下脂肪层和肌肉层的交界处产生反射回波,被超声探头接收端接收,经放大电路放大后输入至主控模块,触发单片机产生中断并计时;根据发射超声和超声回波的时间间隔及超声在脂肪组织中的传播速度,或者根据时间间隔与皮下脂肪厚度间的拟合方程,计算皮下脂肪厚度;皮下脂肪厚度可以直接在显示模块即显示仪器上显示,也可以通过蓝牙模块上传至手机。

2. 按照权利要求1所述的一种超声皮下脂肪厚度测量仪,其特征在于,在手机上采用应用软件可计算可记录或描述显示全身多部位的皮下脂肪分布图,同时也可以显示身体各部位皮下脂肪厚度随时间的变化趋势。

3. 按照权利要求1所述的一种超声皮下脂肪厚度测量仪,其特征在于,主控模块发出N个脉冲串,脉冲串间隔 $\geq 1ms$,每个脉冲串持续 $\geq 1ms$;其中 $N \geq 3$;记录每个脉冲串的发射时间 TS_1, TS_2, \dots, TS_N ;高压激励电路输出信号幅值 $\geq 30V$;超声回波信号经过放大电路后输出信号幅值 $\geq 3V$,能触发主控模块产生中断,记录中断产生时间 TR_1, TR_2, \dots, TR_N ;

在计算单元中,计算时间间隔,见公式(1);

$$\Delta T_i = TR_i - TS_i, i = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

若满足条件(2)

$$\Delta T_{\max} - \Delta T_{\min} < th \quad (2)$$

其中, ΔT_{\max} , ΔT_{\min} 分别表示每一个 ΔT_i ($i = 1, 2, \dots, N$)中的最大值和最小值, th 表示阈值, $th \geq 0$;则根据公式(3)计算平均时间间隔

$$\Delta T_{\text{avg}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta T_i \quad (3)$$

根据公式(4)计算皮下脂肪厚度

$$D = \frac{1}{2} \Delta T_{\text{avg}} \times v \quad (4)$$

其中, v 表示超声在脂肪中的传播速度,取值在900-1500m/s之间。

若不满足条件(2),则主控单元重新发射N个脉冲串,直到满足条件(2);

或者在计算单元中,按照公式(5)计算皮下脂肪厚度

$$D = a \times \Delta T_{\text{avg}} + b \quad (5)$$

其中 a, b 分别表示根据皮下脂肪厚度 D 和平均时间间隔 ΔT_{avg} 所拟合直线的斜率和截距;

$a \geq 0, b \geq 0$ 。

4. 按照权利要求1所述的一种超声皮下脂肪厚度测量仪,其特征在于,主控模块采用

STM32单片机。

基于超声的皮下脂肪厚度测量仪

技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用超声波测量人体皮下脂肪厚度的仪器,属于脂肪厚度测量仪器领域。

背景技术

[0002] 随着社会的进步和人们生活水平的提高,肥胖及其导致的疾病越来越为人们所重视,肥胖症常伴发糖尿病、脂肪肝、血脂紊乱、高血压、冠心病等多种慢性疾病,是严重影响人们健康和生活质量的疾病之一,已成为世界各国面临的严重公共健康问题。在国内,传统的饮食结构发生变化,肥胖或超重人群的比例不断上升,人口肥胖问题日益严重。

[0003] 皮下脂肪占身体总脂肪的40-60%,因而检测皮下脂肪厚度可以反映身体各部分的脂肪分布。人体测量技术可用于测量体质量、体质指数(BMI)、皮褶厚度和围长。皮褶计是一种廉价、无创评估皮下脂肪厚度的方法。但是,用皮褶计测量时难以确定脂肪和肌肉的分界面,并且有疼痛感。生物电阻抗测量法受体内水含量的影响较明显。近红外光测量法简单、易操作,但是由于近红外光穿透能力有限,对于较厚的皮下脂肪其测量准确度有待提高。

[0004] 在临床上,核磁共振成像(MRI)、计算机断层扫描(CT)、双能X射线吸收法(DEXA)、超声成像技术都可以较准确测量脂肪组织厚度,但是设备体积较大,价格昂贵。操作人员需要经过专业培训。CT和DEXA法还受到射线的危害。

[0005] CN104068896号专利提出了一种勾股形三接收超声皮下脂肪测量装置,属于多点接收超声设备对人体皮下脂肪的测量。基于一个弧形外壳,通过直角三角形质心处发出一个9.3MHz的超声波,直角三角形的三个顶点分别接收发射回波信号,将信号传输到信号电路板上进行差异化处理,获得质心处的皮下脂肪厚度。

[0006] 基于以上背景技术,本发明设计了基于A型超声波的皮下脂肪厚度测量仪,设备体积小,可便携。可以方便、快捷、无创测量身体任意部位的皮下脂肪厚度。

发明内容

[0007] 针对现有脂肪测量技术的不足,本发明提供一种利用超声波测量皮下脂肪厚度的仪器,能够测量身体任意部位的皮下脂肪厚度,进一步可以通过设计程序能描绘或记录身体皮下脂肪分布图 and 变化趋势图。

[0008] 一种超声皮下脂肪厚度测量仪,其特征在于,包括主机、超声探头和手机;主机包括主控模块、高压激励电路、放大电路、显示模块、蓝牙模块、电源模块和计算单元;超声探头包括发射端和接收端;主控模块分别与蓝牙模块、高压激励电路、放大电路、计算单元、显示模块连接;高压激励电路连接超声探头发射端,放大电路连接超声探头接收端;手机通过蓝牙模块与主控模块连接;

[0009] 单片机作为主控模块发出脉冲串,输入高压激励电路,对高压激励电路中的电容进行充电,高压激励电路输出 $\geq 30V$ 时,驱动超声探头发射端发出超声波,同时单片机定时

器开始计时;超声波穿过皮肤、皮下脂肪组织,在皮下脂肪层和肌肉层的交界处产生反射回波,被超声探头接收端接收,经放大电路放大后输入至主控模块,触发单片机产生中断并计时;根据发射超声和超声回波的时间间隔及超声在脂肪组织中的传播速度,或者根据时间间隔与皮下脂肪厚度间的拟合方程,计算皮下脂肪厚度;皮下脂肪厚度可以直接在显示模块即显示仪器上显示,也可以通过蓝牙模块上传至手机;在手机采用应用软件可计算可记录或描述显示全身多部位的皮下脂肪分布图,同时也可以显示身体各部位皮下脂肪厚度随时间的变化趋势。

[0010] 主控模块发出N个脉冲串,脉冲串间隔 $\geq 1\text{ms}$,每个脉冲串持续 $\geq 1\text{ms}$ 。其中 $N \geq 3$ 。记录每个脉冲串的发射时间 TS_1, TS_2, \dots, TS_N 。;高压激励电路输出信号幅值 $\geq 30\text{V}$;超声回波信号经过放大电路后输出信号幅值 $\geq 3\text{V}$,能触发主控模块产生中断,记录中断产生时间 TR_1, TR_2, \dots, TR_N ;

[0011] 在计算单元中,计算时间间隔,见公式(1);

[0012] $\Delta T_i = TR_i - TS_i, i = 1, 2, \dots, N$ (1)

[0013] 若满足条件(2)

[0014] $\Delta T_{\max} - \Delta T_{\min} < th$ (2)

[0015] 其中, $\Delta T_{\max}, \Delta T_{\min}$ 分别表示每一个 $\Delta T_i (i = 1, 2, \dots, N)$ 中的最大值和最小值, th 表示阈值, $th \geq 0$;

[0016] 则根据公式(3)计算平均时间间隔

[0017]
$$\Delta T_{\text{avg}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta T_i \quad (3)$$

[0018] 根据公式(4)计算皮下脂肪厚度

[0019]
$$D = \frac{1}{2} \Delta T_{\text{avg}} \times v \quad (4)$$

[0020] 其中, v 表示超声在脂肪中的传播速度,取值在 $900-1500\text{m/s}$ 之间。

[0021] 若不满足条件(2),则主控单元重新发射N个脉冲串,直到满足条件(2)。

[0022] 或者在计算单元中,可以按照公式(5)计算皮下脂肪厚度

[0023] $D = a \times \Delta T_{\text{avg}} + b$ (5)

[0024] 其中 a, b 分别表示根据皮下脂肪厚度 D 和平均时间间隔所拟合直线的斜率和截距; $a \geq 0, b \geq 0$ 。

[0025] 本发明的有益效果是,可以方便、快捷、无创测量身体任意部位的皮下脂肪厚度,显示测量结果、全身皮下脂肪分布及变化趋势。

附图说明

[0026] 图1为本发明组成框图;

[0027] 图2为本发明的发射脉冲串;

[0028] 图3为本发明软件流程图;

[0029] 图4为本发明实施例图;

具体实施方式

[0030] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明,单本发明并不限于以下实施

[0031] 实施例1

[0032] 一种超声皮下脂肪厚度测量仪,其特征在于,包括主机、超声探头和手机;主机包括主控模块、高压激励电路、放大电路、显示模块、蓝牙模块、电源模块和计算单元;超声探头包括发射端和接收端;主控模块分别与蓝牙模块、高压激励电路、放大电路、计算单元、显示模块连接;高压激励电路连接超声探头发射端,放大电路连接超声探头接收端;手机通过蓝牙模块与主控模块连接;

[0033] 单片机作为主控模块发出脉冲串,输入高压激励电路,对高压激励电路中的电容进行充电,高压激励电路输出 $\geq 30V$ 时,驱动超声探头发射端发出超声波,同时单片机定时器开始计时;超声波穿过皮肤、皮下脂肪组织,在皮下脂肪层和肌肉层的交界处产生反射回波,被超声探头接收端接收,经放大电路放大后输入至主控模块,触发单片机产生中断并计时;根据发射超声和超声回波的时间间隔及超声在脂肪组织中的传播速度,或者根据时间间隔与皮下脂肪厚度间的拟合方程,计算皮下脂肪厚度;皮下脂肪厚度可以直接在显示模块即显示仪器上显示,也可以通过蓝牙模块上传至手机;在手机采用应用软件可计算可记录或描述显示全身多部位的皮下脂肪分布图,同时也可以显示身体各部位皮下脂肪厚度随时间的变化趋势。

[0034] 主控模块发出 N 个脉冲串,脉冲串间隔 $\geq 1ms$,每个脉冲串持续 $\geq 1ms$ 。其中 $N \geq 3$ 。记录每个脉冲串的发射时间 TS_1, TS_2, \dots, TS_N ;高压激励电路输出信号幅值 $\geq 30V$;超声回波信号经过放大电路后输出信号幅值 $\geq 3V$,能触发主控模块产生中断,记录中断产生时间 TR_1, TR_2, \dots, TR_N ;

[0035] 在计算单元中,计算时间间隔,见公式(1);

[0036] $\Delta T_i = TR_i - TS_i, i = 1, 2, \dots, N$ (1)

[0037] 若满足条件(2)

[0038] $\Delta T_{\max} - \Delta T_{\min} < th$ (2)

[0039] 其中, $\Delta T_{\max}, \Delta T_{\min}$ 分别表示每一个 $\Delta T_i (i = 1, 2, \dots, N)$ 中的最大值和最小值, th 表示阈值, $th \geq 0$;

[0040] 则根据公式(3)计算平均时间间隔

[0041]
$$\Delta T_{\text{avg}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta T_i \quad (3)$$

[0042] 根据公式(4)计算皮下脂肪厚度

[0043]
$$D = \frac{1}{2} \Delta T_{\text{avg}} \times v \quad (4)$$

[0044] 其中, v 表示超声在脂肪中的传播速度,取值在 $900-1500m/s$ 之间。

[0045] 若不满足条件(2),则主控单元重新发射 N 个脉冲串,直到满足条件(2)。

[0046] 或者在计算单元中,可以按照公式(5)计算皮下脂肪厚度

[0047] $D = a \times \Delta T_{\text{avg}} + b$ (5)

[0048] 其中 a, b 分别表示根据皮下脂肪厚度 D 和平均时间间隔所拟合直线的斜率和截距； $a \geq 0, b \geq 0$ 。

[0049] 图4为通过对游标卡尺测量厚度和本发明测量厚度拟合的线性图，对离体脂肪组织分别使用游标卡尺和本发明进行测量，参照公式5中 $a=0.9678, b=1.4624$ 相关系数为0.9926。

[0050]

游标卡尺测量厚度 (单位: mm)	本发明测量厚度 (单位: mm)	相对误差 δ
59.62	58.13	2.49%
59.62	57.78	3.08%
59.62	58.31	2.20%
59.62	58.31	2.20%
57.86	56.40	2.53%
57.86	56.22	2.83%
57.86	56.92	1.63%
57.86	56.57	2.23%
56.24	55.19	1.87%
56.24	55.36	1.57%
56.24	55.36	1.57%
56.24	55.36	1.57%
55.1	54.84	0.47%
55.1	54.16	1.71%
55.1	54.33	1.40%
55.1	54.67	0.78%

[0051]

50.8	51.60	1.57%
50.8	51.43	1.23%
50.8	51.60	1.57%
50.8	51.43	1.23%
49.76	49.91	0.29%
49.76	49.23	1.06%
49.76	49.91	0.29%
49.76	50.07	0.63%
48.4	48.73	0.68%
48.4	48.73	0.68%
48.4	49.23	1.72%
48.4	49.06	1.37%
47.82	48.23	0.85%
47.82	48.06	0.50%
47.82	47.89	0.15%
47.82	48.23	0.85%
46.6	47.23	1.34%
46.6	47.06	0.99%
46.6	47.06	0.99%
46.6	47.56	2.06%
42.26	43.75	3.54%
42.26	43.75	3.54%
42.26	43.75	3.54%
42.26	43.59	3.15%
40.06	41.47	3.52%
40.06	41.15	2.71%
40.06	41.31	3.12%
40.06	41.63	3.93%
39	39.69	1.78%
39	40.01	2.60%
39	39.53	1.36%
39	40.18	3.01%
34.8	35.07	0.79%
34.8	35.07	0.79%
34.8	35.23	1.24%
34.8	35.23	1.24%
33.46	33.19	0.80%
33.46	33.04	1.26%
33.46	33.04	1.26%
33.46	32.88	1.73%
32.6	31.79	2.47%
32.6	31.64	2.95%

[0052]

32.6	31.79	2.47%
32.6	31.95	1.99%
30.68	30.25	1.40%
30.68	30.41	0.90%
30.68	29.94	2.40%
30.68	30.71	0.11%
28.78	29.03	0.85%
28.78	29.03	0.85%
28.78	29.18	1.38%
28.78	29.18	1.38%

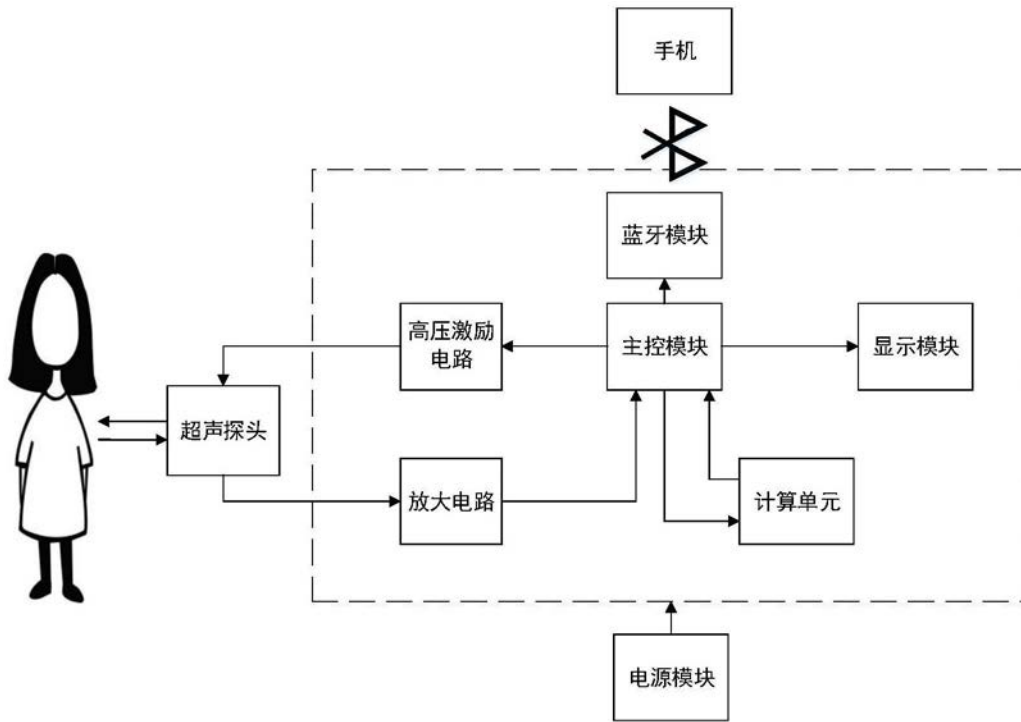


图1

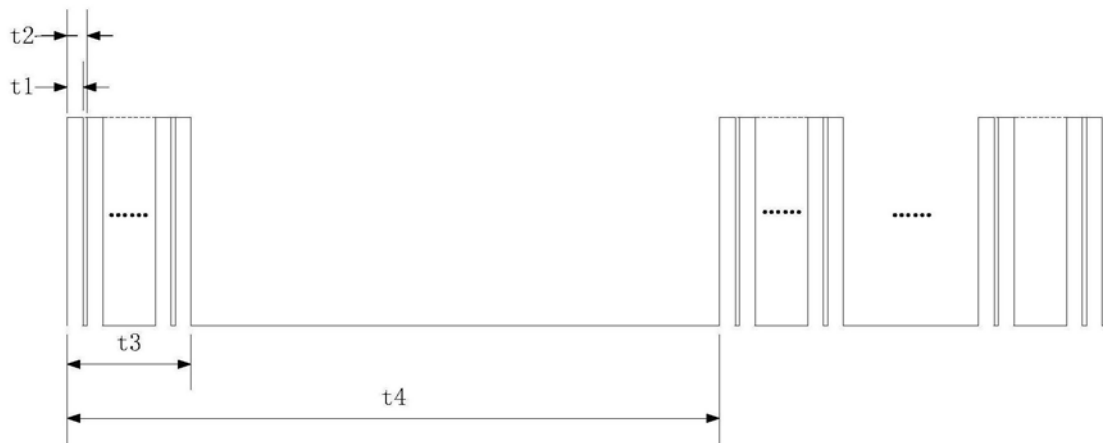


图2

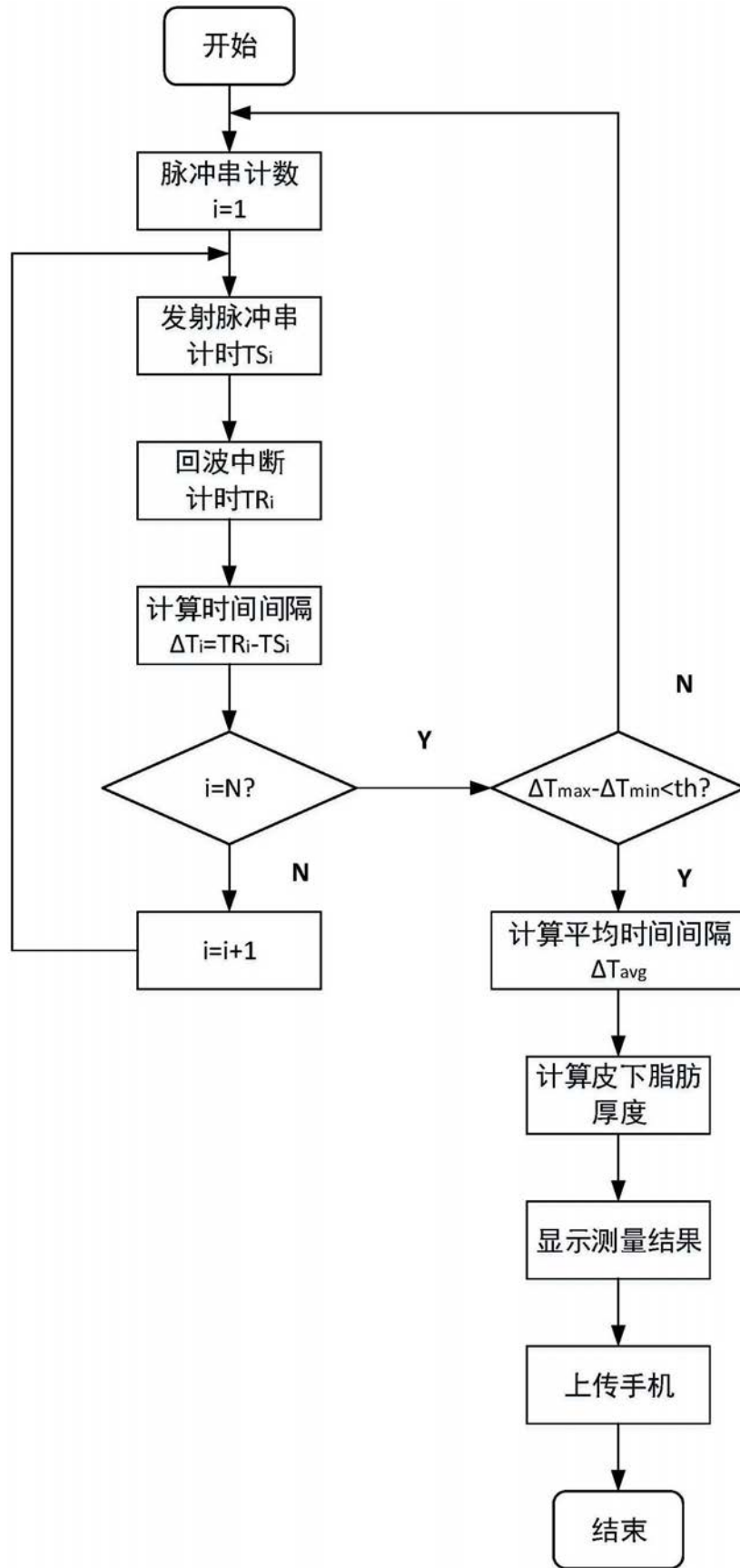


图3

实施例

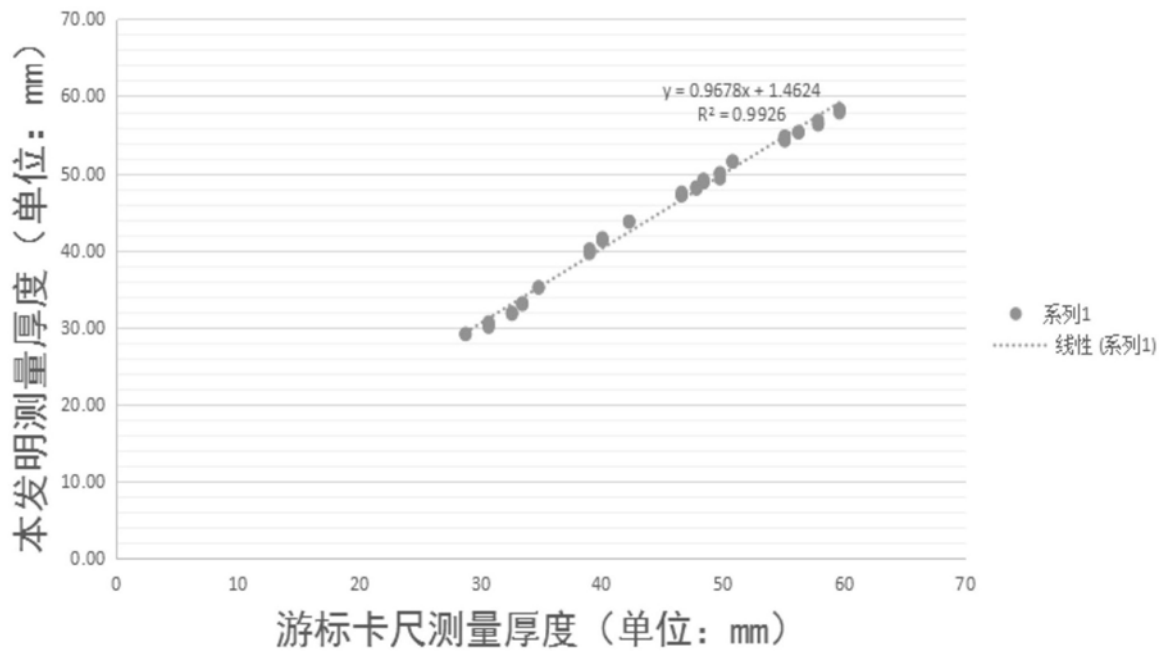


图4

专利名称(译)	基于超声的皮下脂肪厚度测量仪		
公开(公告)号	CN109009224A	公开(公告)日	2018-12-18
申请号	CN201810739763.6	申请日	2018-07-06
[标]申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
当前申请(专利权)人(译)	北京工业大学		
[标]发明人	郝冬梅 李帅 张超 杨琳 张松 杨益民 李旭雯		
发明人	郝冬梅 李帅 张超 杨琳 张松 杨益民 李旭雯		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/0858 A61B8/5223		
代理人(译)	张立改		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

基于超声的皮下脂肪厚度测量仪，属于脂肪厚度测量仪器领域。单片机作为主控模块发出脉冲串，输入高压激励电路，高压激励电路输出 $\geq 30V$ 时，驱动超声探头发射端发出超声波，同时单片机定时器开始计时；超声波穿过皮肤、皮下脂肪组织，在皮下脂肪层和肌肉层的交界处产生反射回波，被超声探头接收端接收，经放大电路放大后输入至主控模块，触发单片机产生中断并计时；根据发射超声和超声回波的时间间隔及超声在脂肪组织中的传播速度，或者根据时间间隔与皮下脂肪厚度间的拟合方程，计算皮下脂肪厚度；皮下脂肪厚度可以直接在显示模块即显示仪器上显示，也可以通过蓝牙模块上传至手机。可以方便、快捷、无创测量身体任意部位的皮下脂肪厚度。

