

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01D 21/00

G01L 5/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03158800.X

[43] 公开日 2005年3月30日

[11] 公开号 CN 1601235A

[22] 申请日 2003.9.25 [21] 申请号 03158800.X

[71] 申请人 中国科学院生物物理研究所

地址 100101 北京市朝阳区北沙滩大屯路 15 号

[72] 发明人 唐世明

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
司

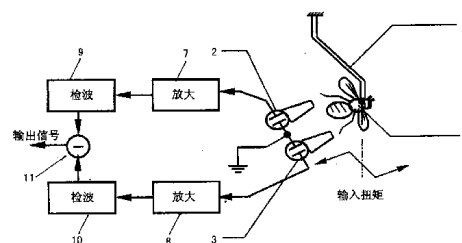
代理人 周国城

权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称 昆虫飞行扭矩测量方法及装置

[57] 摘要

本发明涉及测量方法及装置，特别是一种动态测量昆虫飞行扭矩的方法及装置。该测量装置，由固定杆、微型声音传感器和电路板组成，其固定杆置于两个微型声音传感器上方，两个微型声音传感器串连，中间接点接地，两端引出线分别与两个电路的放大器电连接，两个放大器再与两个检波电路电连接，检波电路输出的信号汇于比较电路，比较电路接输出端。该测量方法，是利用昆虫飞行转向时，左右翅膀的拍动幅度不同，会导致左右翅膀的音量变化，对左右翅膀的两个通道声音幅度求差，以求出昆虫的飞行扭矩。本发明的测量方法准确，装置所需器件少，结构简单、制造容易、成本低。



1、一种昆虫飞行扭矩测量装置，由固定杆、微型声音传感器和电路组成，其特征在于，固定杆置于两个微型声音传感器上方，两个微型声音传感器串连，中间接点接地，两端引出线分别与两个电路的放大器电连接，两个放大器再与两个检波电路电连接，检波电路输出的信号汇于比较电路，比较电路接输出端。

2、如权利要求1所述的扭矩测量装置，其特征在于，还包括两个拾音导管，拾音导管的前端有小孔，尾部内安装微型声音传感器。

3、如权利要求1所述的扭矩测量装置，其特征在于，固定杆端部距微型声音传感器6~8mm，两个微型声音传感器之间的间距为4~5mm。

4、如权利要求2所述的扭矩测量装置，其特征在于，固定杆端部距拾音导管6~8mm，两个拾音导管之间的间距为4~5mm。

5、如权利要求2所述的扭矩测量装置，其特征在于，所述拾音导管前端的小孔，孔径为1.5~2mm。

6、一种昆虫飞行扭矩测量方法，其特征在于，利用昆虫飞行转向时，左右翅膀的拍动幅度不同，会导致左右翅膀的音量变化，对左右翅膀的两个通道声音幅度求差，以求出昆虫的飞行扭矩。

7、如权利要求6所述的测量方法，其特征在于，包括以下步骤：

- a) 将昆虫固于固定杆端部；
- b) 使两个微型声音传感器或拾音导管置于昆虫后部；
- c) 调整昆虫与微型声音传感器或拾音导管之间的距离，为1.5~2.5mm，且使两微型声音传感器或拾音导管分别对着昆虫的左右翅膀；
- d) 昆虫飞动后，开启电源；
- e) 依据左右翅膀声音的差值，由比较电路处理后，输出扭矩信号。

8、如权利要求7所述的测量方法，其特征在于，在a)步中，是将昆虫粘于固定杆端部。

9、如权利要求7所述的测量方法，其特征在于，所述左右翅膀声音

的差值与昆虫的飞行扭矩成正比的关系。

5

10

昆虫飞行扭矩测量方法及装置

5 技术领域

本发明涉及测量方法及装置，特别是一种动态测量昆虫飞行扭矩的方法及装置。

背景技术

10 在昆虫行为学研究中，需要实时测量昆虫(如果蝇)的飞行扭矩，用于研究昆虫飞行动力学或组成果蝇飞行模拟器系统研究学习记忆。昆虫飞行时所产生的扭矩为 10^{-10} 牛·米数量级，且变化速度快，从静止到转向可以在 10 毫秒内完成，因而需要灵敏度很高、响应速度很快的扭矩测量装置进行测量。

15 1964 年，德国科学家卡尔·盖茨发明了利用电磁感应直接测量家蝇飞行扭矩的装置，1984 年德国工程师沃尔夫对其进行改进，用于果蝇飞行扭矩测量。在此类装置中测量芯轴由悬丝支承，昆虫飞行时产生的力会导致昆虫身体的移动，这会影响用电极或显微镜观测昆虫脑神经活动。1976 年，卡尔·盖茨发明了利用红外线测量昆虫翅膀运动装置，经计算
20 可以测量出昆虫的扭矩，这一装置光路复杂，与显微镜光路易互相干扰，光线投射装置结构也较复杂，不便于从果蝇上方观测果蝇脑部。

发明内容

25 本发明的目的是要提供一种结构简单，可保证昆虫的固定而又不干扰光学显微镜观测的扭矩测量装置。

为达到上述目的，本发明的技术解决方案是提供一种昆虫飞行扭矩测量装置，由固定杆、微型声音传感器和电路组成，其固定杆置于两个微型声音传感器上方，两个微型声音传感器串连，中间接点接地，两端引出线分别与两个电路的放大器电连接，两个放大器再与两个检波电路

电连接，检波电路输出的信号汇于比较电路，比较电路接输出端。

所述的扭矩测量装置，其还包括两个拾音导管，拾音导管的前端有小孔，尾部内安装微型声音传感器。

所述的扭矩测量装置，其固定杆端部距微型声音传感器 6~8mm，两个微型声音传感器之间的间距为 4~5mm。

所述的扭矩测量装置，其固定杆端部距拾音导管 6~8mm，两个拾音导管之间的间距为 4~5mm。

所述的扭矩测量装置，其所述拾音导管前端的小孔，孔径为 1.5~2mm。

一种昆虫飞行扭矩测量方法，其利用昆虫飞行转向时，左右翅膀的拍动幅度不同，会导致左右翅膀的音量变化，对左右翅膀的两个通道声音幅度求差，以求出昆虫的飞行扭矩。

所述的测量方法，其包括以下步骤：

- a) 将昆虫固于固定杆端部；
- b) 使两个微型声音传感器或拾音导管置于昆虫后部；
- 15 c) 调整昆虫与微型声音传感器或拾音导管之间的距离，为 1.5~2.5mm，且使两微型声音传感器或拾音导管分别对着昆虫的左右翅膀；
- d) 昆虫飞动后，开启电源；
- e) 依据左右翅膀声音的差值，由比较电路处理后，输出扭距信号。

所述的测量方法，其在 a) 步中，是将昆虫粘于固定杆端部。

所述的测量方法，其所述左右翅膀声音的差值与昆虫的飞行扭矩近似成正比的关系。

本发明的测量方法准确，由于在本发明中采用声音作为测量载体，所需器件很少，结构简单、制造容易、成本低。测量传感器不直接接触昆虫，对昆虫的运动及光学显微镜等各种测量均没有干扰，昆虫的正上方没有普通扭矩测量装置的复杂结构，固定杆可以做成任意形状，便于从上方的任意角度观测果蝇脑部。

附图说明

图 1 本发明第一实施例示意图；

图 2 本发明第二实施例示意图。

具体实施方式

5 实施例一：

如图 1 所示，昆虫 1 被粘在固定杆 4 上，身体后面 2 毫米左右安装了两个微型声音传感器 2、3，两个微型声音传感器 2、3 串连，中间接点接地，两端引出线分别与两个电路的放大器 7、8 电连接，两个放大器 7、8 再与两个检波电路 9、10 电连接，检波电路 9、10 输出的信号汇于
10 比较电路 11，经比较电路 11 判断后，输出信号，给出对果蝇 1 扭矩的测量结果。该测量结果可以用来研究或组成如飞行模拟器的其他仪器系统。

昆虫 1 翅膀的拍动将声音传给声音传感器 2、3，其电信号经放大、检波得到声音幅度信号。由于昆虫 1 飞行转向时，左右翅膀的拍动幅度
15 不同，会导致左右翅膀的音量变化，对两个通道声音幅度求差，可以求出昆虫 1 的飞行扭矩，例如，昆虫 1 向左转向时，右边翅膀拍动幅度增加，左边翅膀拍动幅度减小，因此右边声道的声音会比左边声道的声音强。

对于果蝇 1 扭矩测量，使用微型电容式话筒作声音传感器 2、3，当
20 声音传感器 2、3 放在果蝇后 2 毫米，左右间距为 4 毫米的情况下，左右声道声音幅度的差，即输出信号与果蝇 1 的扭矩近似成正比的关系。

固定杆 4 与微型声音传感器 2、3，置于试验台上。

实施例二：

如图 2 所示，实施例二与实施例一的区别在：于声音传感器 2、3 上
25 加装了拾音导管 5、6，其他都一样。在果蝇 1 身后 2 毫米处、间距 4 毫米安装左右两个拾音导管 5、6，拾音导管 5、6 的前端有小孔，孔直径约 2 毫米，分别朝向果蝇 1 左右翅膀，拾音导管 5、6 尾部内安装微型电容式话筒（微型声音传感器）2、3，微型电容式话筒 2、3 与电路的连接和实施例一相同。拾音导管 5、6 的使用使果蝇 1 身后的拾音结构缩小，

减小对果蝇 1 的影响，拾音也更有方向性，能更好地分离左右翅膀的声音。使用该装置，果蝇 1 的扭矩与左右翅膀声音的差值近似成正比，可以用来测量果蝇 1 等飞行昆虫的扭矩。

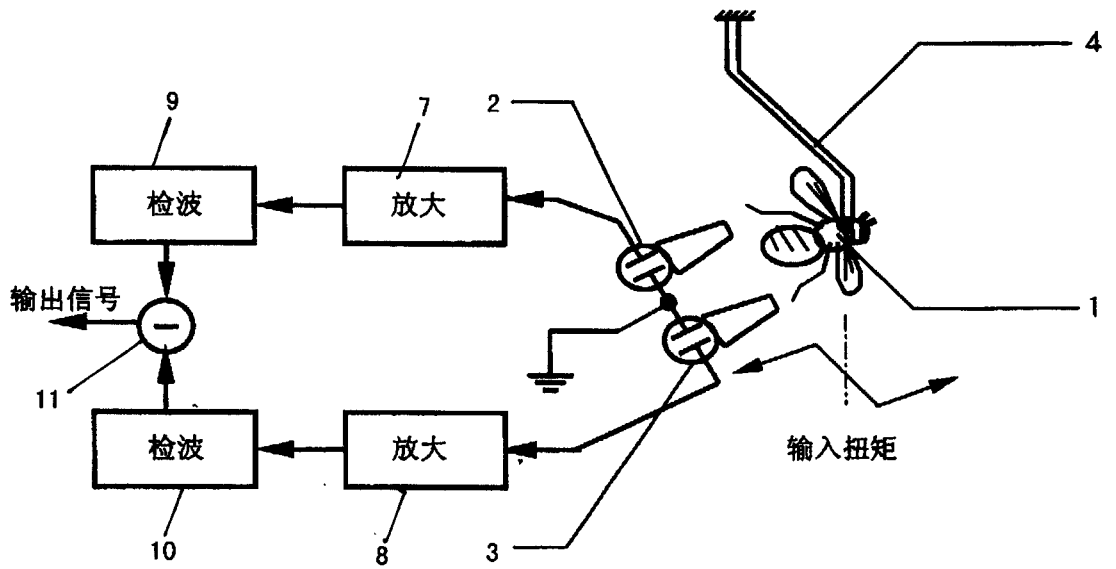


图 1

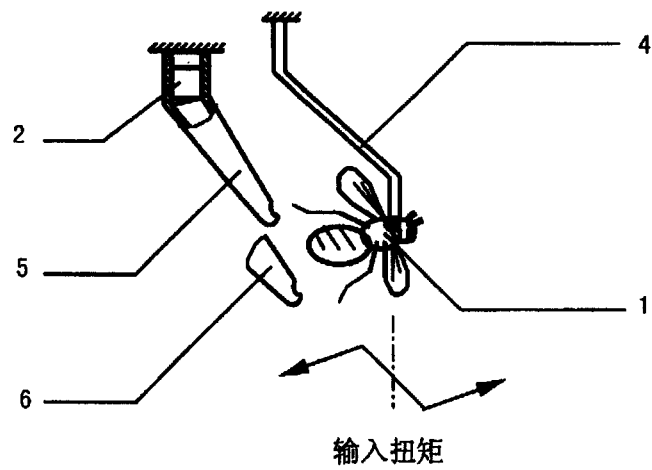


图 2