



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104993738 A

(43) 申请公布日 2015. 10. 21

(21) 申请号 201510400611. X

(22) 申请日 2015. 07. 09

(71) 申请人 清华大学深圳研究生院

地址 518000 广东省深圳市南山区西丽深圳  
清华大学城清华校区

(72) 发明人 王进 宋俊东 赵冠兴

(74) 专利代理机构 深圳新创友知识产权代理有  
限公司 44223

代理人 王震宇

(51) Int. Cl.

H02N 2/18(2006. 01)

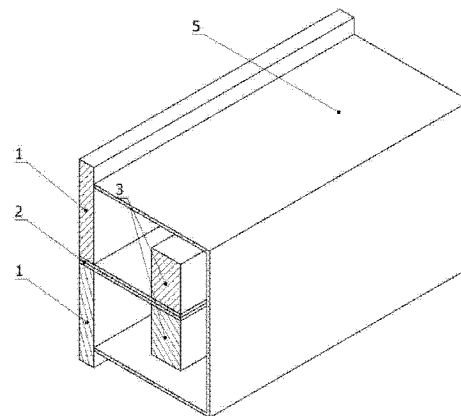
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54) 发明名称

一种压电能量收集器

(57) 摘要

本发明公开了一种压电能量收集器,其包括振动源、压电振子、振动块和外壳,所述压电振子的一端固定在所述振动源上,所述振动块固定在所述压电振子上的另一端,所述振动块与所述压电振子一同构成悬臂梁结构,所述外壳固定在所述振动源上并填充有振动介质,所述压电振子和所述振动块位于所述外壳内。该能量收集器可以在原共振频率下保持较高的收集电能的能力,同时显著增大频率响应带宽,从而提高偏离共振频率时收集电能的能力。



1. 一种压电能量收集器,其特征在于,包括振动源、压电振子、振动块和外壳,所述压电振子的一端固定在所述振动源上,所述振动块固定在所述压电振子上的另一端,所述振动块与所述压电振子一同构成悬臂梁结构,所述外壳固定在所述振动源上并填充有振动介质,所述压电振子和所述振动块位于所述外壳内。

2. 根据权利要求1所述的压电能量收集器,其特征在于,所述压电振子为长方形片材,所述压电振子的所述另一端的两面分别固定一个所述振动块,两个振动块与所述压电振子一同构成悬臂梁结构。

3. 根据权利要求1所述的压电能量收集器,其特征在于,所述振动块为长度方向与所述压电振子的长度方向一致的长方体形状。

4. 根据权利要求1所述的压电能量收集器,其特征在于,所述外壳为空心长方体结构。

5. 根据权利要求1至4所述的压电能量收集器,其特征在于,所述振动介质为电绝缘性液体。

6. 根据权利要求5所述的压电能量收集器,其特征在于,所述电绝缘性液体为硅油。

7. 根据权利要求6所述的压电能量收集器,其特征在于,所述硅油的粘度为6cSt。

8. 根据权利要求1至7任一项所述的压电能量收集器,其特征在于,所述振动块的材料为铂(Pt)。

9. 根据权利要求1至7任一项所述的压电能量收集器,其特征在于,所述压电振子的材料为聚偏二氟乙烯(PVDF)。

10. 根据权利要求1至7任一项所述的压电能量收集器,其特征在于,所述振动块粘连在所述压电振子的表面。

## 一种压电能量收集器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及能量收集技术领域,特别是涉及一种压电能量收集器。

### 背景技术

[0002] 能量收集技术是将周围环境中无法直接使用的能量,通过特定方式转换为可以被利用的能量的一种技术。这种利用方式多以为小型器件提供电能为主。与传统电池供电相比,能量收集技术对于微机电系统的供电则具有以下优势:结构简单,所占体积小;使用寿命长,几乎不含有毒或危险物质;可以长期稳定供电,不需拆卸及更换。因此,能量收集技术的发展对于新能源的开发具有重要意义。

[0003] 在周围环境中存在的多种形式的能量中,振动能量是最为常见的一种,且存在较高的能量密度。而压电材料对于振动能量的收集又有许多优势,如结构简单,不发热,无电磁干扰,清洁环保等。在悬臂梁结构的压电发电模型中,外界振动施加于压电振子上,使其产生压电效应,从而在压电振子的表面上产生电动势。相比于其他形式的能量收集器,这种结构简单的能量收集器更易于微型化、集成化,因而具有很大的研究价值。

[0004] 然而,这种能量收集器同样存在一定问题。例如,此类能量收集器只有在特定频率振动下(能量收集器的固有振动频率)才能收集到较高功率的电能,若偏离此频率,器件的收集能量的能力则大幅下降,所以此类能量收集器不能充分利用周围环境中存在的各种频率的振动。

### 发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于针对现有技术的不足,提供一种宽频率响应的高性能压电式振动能量收集器,在增大压电薄膜所受振动阻尼的同时,调整器件各部分的尺寸,使其保持原有共振频率下的输出功率。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0007] 一种压电能量收集器,包括振动源、压电振子、振动块和外壳,所述压电振子的一端固定在所述振动源上,所述振动块固定在所述压电振子上的另一端,所述振动块与所述压电振子一同构成悬臂梁结构,所述外壳固定在所述振动源上并填充有振动介质,所述压电振子和所述振动块位于所述外壳内。

[0008] 进一步地:

[0009] 所述压电振子为长方形片材,所述压电振子的所述另一端的两面分别固定一个所述振动块,两个振动块与所述压电振子一同构成悬臂梁结构。

[0010] 所述振动块为长度方向与所述压电振子的长度方向一致的长方体形状。

[0011] 所述外壳为空心长方体结构。

[0012] 所述振动介质为电绝缘性液体。

[0013] 所述电绝缘性液体为硅油。

[0014] 所述硅油的粘度为6cSt。

[0015] 所述振动块的材质为铂 (Pt)。

[0016] 所述压电振子的材质为聚偏二氟乙烯 (PVDF)。

[0017] 所述振动块粘连在所述压电振子的表面。

[0018] 本发明的有益效果：

[0019] 本发明的压电能量收集器采用悬臂梁结构,在压电振子的周围添加密闭容器,并填充相应振动介质,尤其是电绝缘性液体介质,从而增大振子的振动阻尼。这种能量收集器可以在共振频率下维持原有较高的收集电能的能力的前提下,显著增大频率响应带宽,提高该能量收集器在偏离共振频率时收集电能的能力。这使得该器件能够在未使用更高性能的压电材料与未接触更强振动的情况下提高收集振动能量的效率。同时,密闭容器与填充介质保护了压电振子,提高了器件的使用寿命。

[0020] 本发明降低了偏离共振频率的衰减,提高了器件对于宽频带工作模式的适应性,提高了压电能量收集器的性能。

### 附图说明

[0021] 图 1a 为本发明实施例 1 及实施例 2 的正视图 (剖视图)；

[0022] 图 1b 为本发明实施例 1 及实施例 2 的等轴测视图 (部分剖视)；

[0023] 图 2a 为振动介质为空气时,能量收集器输出功率的频率响应曲线；

[0024] 图 2b 为振动介质为空气时,压电振子所受应力的频率响应曲线；

[0025] 图 3a 为振动介质为硅油时,能量收集器输出功率的频率响应曲线；

[0026] 图 3b 为振动介质为硅油时,压电振子所受应力的频率响应曲线；

[0027] 图 4a 为实施例 1 与实施例 2,能量收集器输出功率的频率响应曲线的比较；

[0028] 图 4b 为实施例 1 与实施例 2,压电振子所受应力的频率响应曲线的比较；

[0029] 图中标号：

[0030] 1- 振动源 ;2- 压电振子 ;3- 振动块 ;4- 振动介质 ;5- 外壳。

### 具体实施方式

[0031] 以下对本发明的实施方式作详细说明。应该强调的是,下述说明仅仅是示例性的,而不是为了限制本发明的范围及其应用。

[0032] 参阅图 1a 和图 1b,在一种实施例中,一种压电能量收集器,包括振动源 1、压电振子 2、振动块 3 和外壳 5,压电振子 2 的一端固定在振动源 1 上,振动块 3 固定在压电振子 2 上的另一端,振动块 3 与压电振子 2 一同构成悬臂梁结构,外壳 5 固定在振动源 1 上并填充有振动介质 4,压电振子 2 和振动块 3 位于外壳 5 内。外壳 5 优选为空心的长方体结构。在优选的实施例中,振动介质 4 为电绝缘性液体。

[0033] 在优选的实施例中,压电振子 2 为长方形片材,压电振子 2 的另一端的上、下表面分别固定一个振动块 3,两个振动块 3 与压电振子 2 一同构成悬臂梁结构。更优选地,振动块 3 为长度方向与压电振子 2 的长度方向一致的长方体形状。较佳地,两个振动块 3 分别粘连在压电振子 2 的上、下表面。

[0034] 实施例 1：

[0035] 参阅图 1a 和图 1b,实施例 1 中,压电振子 2 一端与外壳 5 固定在振动源 1 处,振动

块 3 粘于压电振子 2 另一端,以提高压电振子的振动能力。本实施例中,长方形的压电振子的尺寸为  $8\text{mm} \times 20\text{mm} \times 0.05\text{mm}$  (宽  $\times$  长  $\times$  厚,一片),材质为聚偏二氟乙烯 (PVDF),振动块的尺寸为  $2\text{mm} \times 20\text{mm} \times 2.7\text{mm}$  (宽  $\times$  长  $\times$  高,一块),材质为钢。压电振子一端夹在固定端并延伸出来而形成悬臂梁,并在外壳内部不添加液体,即外壳内部以空气为介质。选取振动加速度为  $5\text{m/s}^2$ 。利用 COMSOL 仿真,观察压电振子表面上某一点的电势和所受应力,并根据公式计算出相应的输出功率,从而分别绘制输出功率与应力的频率响应曲线,如图 2a 和 2b 所示。

[0036] 实施例 2:

[0037] 参阅图 1a 和图 1b,实施例 2 与实施例 1 的不同之处在于,实施例 2 中,长方形的压电振子 2 的尺寸为  $5.5\text{mm} \times 48\text{mm} \times 0.05\text{mm}$  (宽  $\times$  长  $\times$  厚,一片),而振动块 3 的材质选用铂 (Pt),振动块 (一块) 的尺寸为  $2\text{mm} \times 48\text{mm} \times 3.1\text{mm}$ ,并且在外壳内充满绝缘性液体作为振动介质,液体类型优选采用硅油 (粘度为  $6\text{cSt}$ )。其余结构与连接方式与实施例 1 相同。利用 COMSOL 仿真,观察压电振子表面上某一点的电势和所受应力,并根据公式计算出相应的输出功率,从而分别绘制输出功率与应力的频率响应曲线,如图 3a 和 3b 所示。

[0038] 另外,将实施例 1 与实施例 2 的实验结果进行比较,可以看出,本发明所受外界振动加速度不变,压电振子所受最大应力不变 (如图 4b 所示) 时,其共振频率及该频率对应的输出功率 (最大输出功率) 大致相等,且输出功率较高。而实施例 2 中频率响应曲线的半高宽 (约  $6\text{Hz}$ ) 较实施例 1 中 (约  $3\text{Hz}$ ) 又增大了近一倍 (如图 4a 所示),从而使器件的工作频率范围进一步变宽。

[0039] 上述实验结果证明了本发明实施例的宽频率响应能量收集器提高收集效率的有效性。

[0040] 以上内容是结合具体 / 优选的实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,其还可以对这些已描述的实施方式做出若干替代或变型,而这些替代或变型方式都应当视为属于本发明的保护范围。

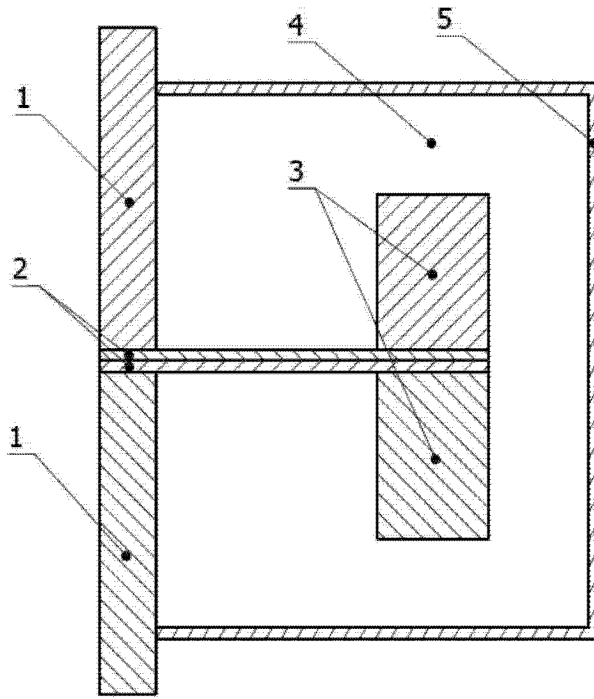


图 1a

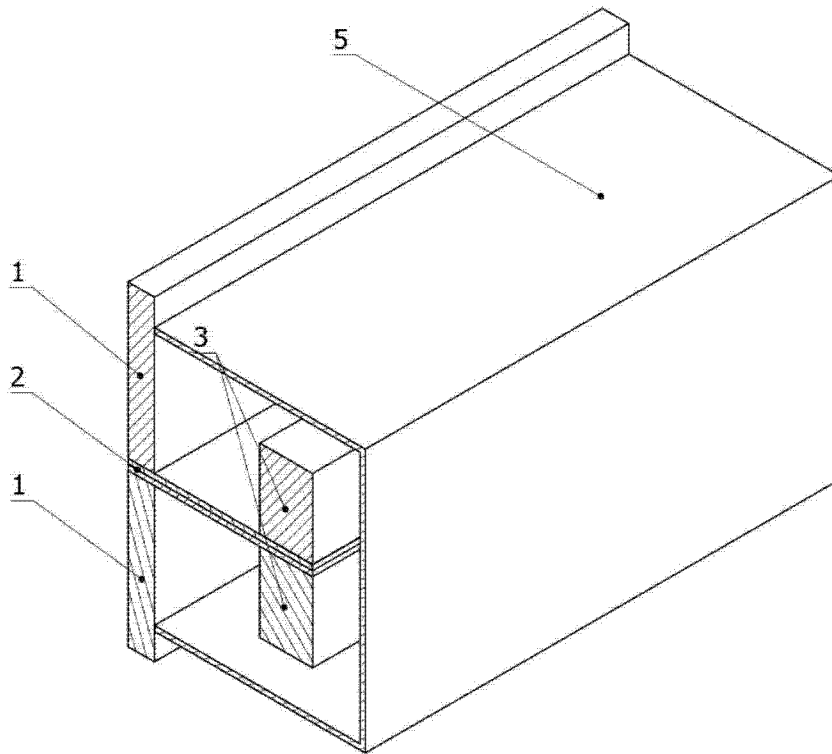


图 1b

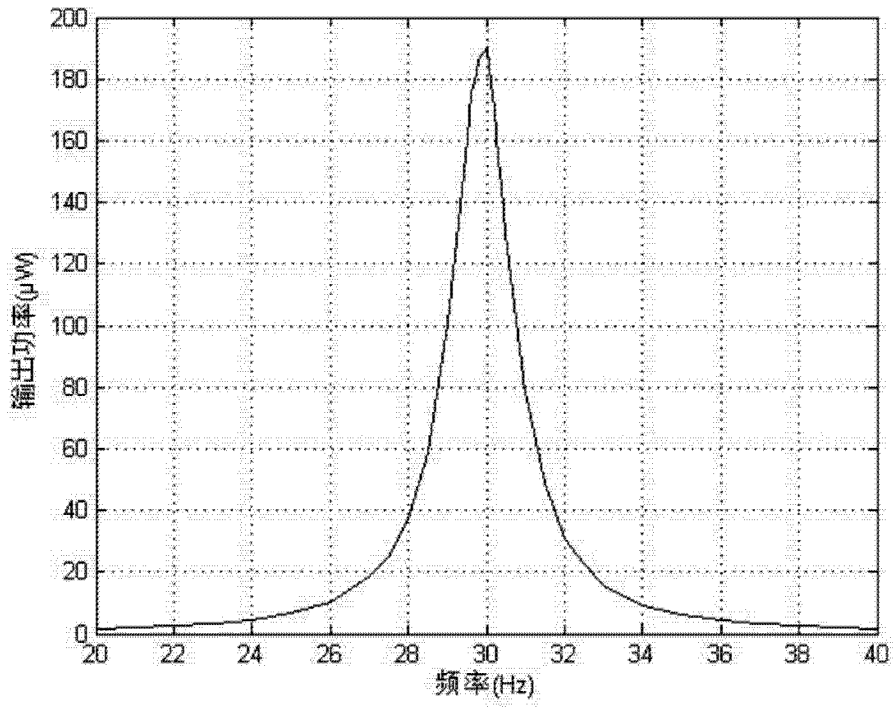


图 2a

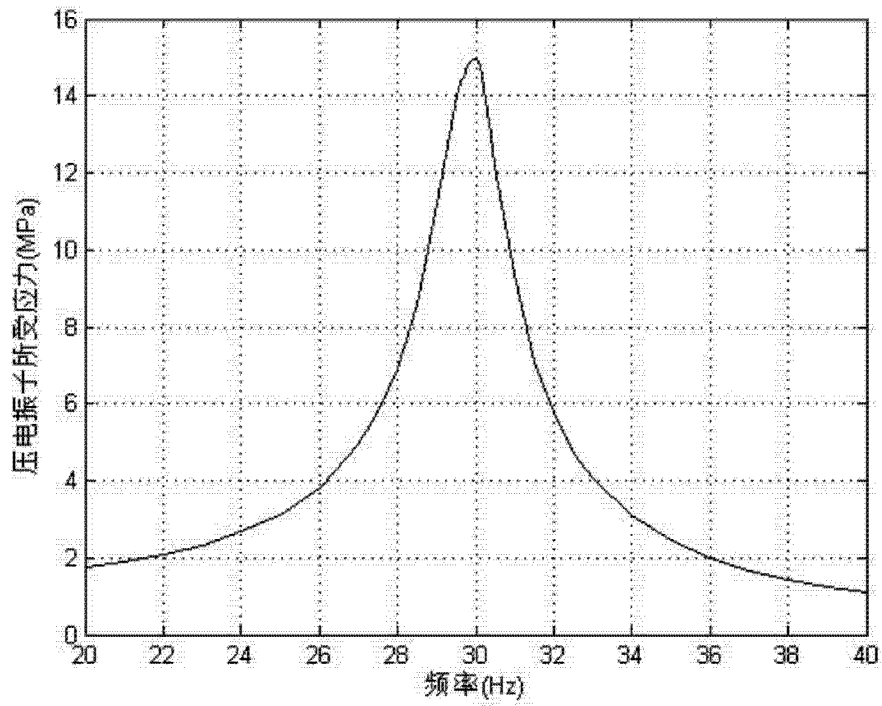


图 2b

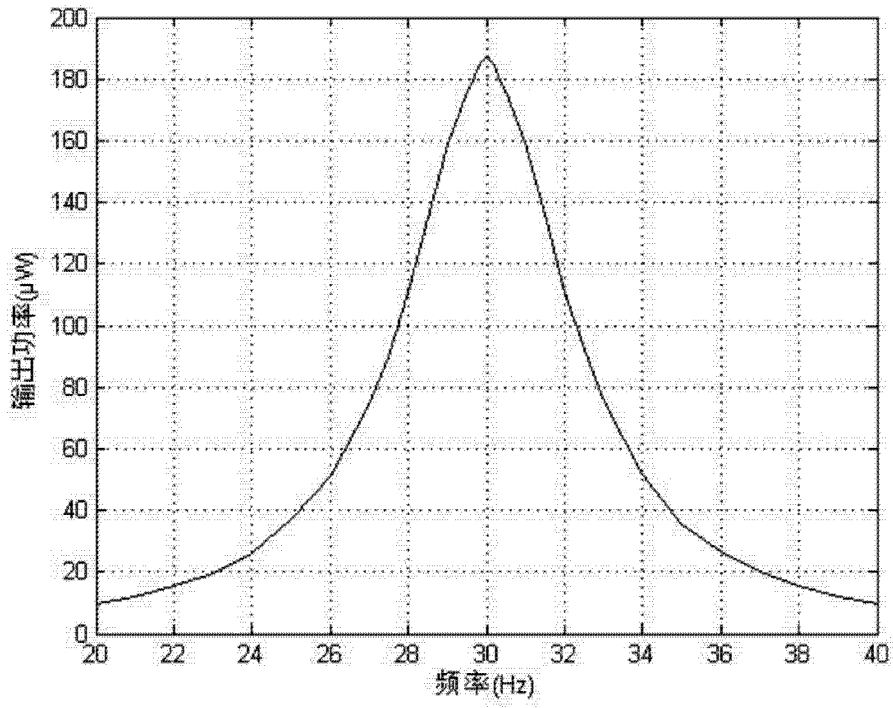


图 3a

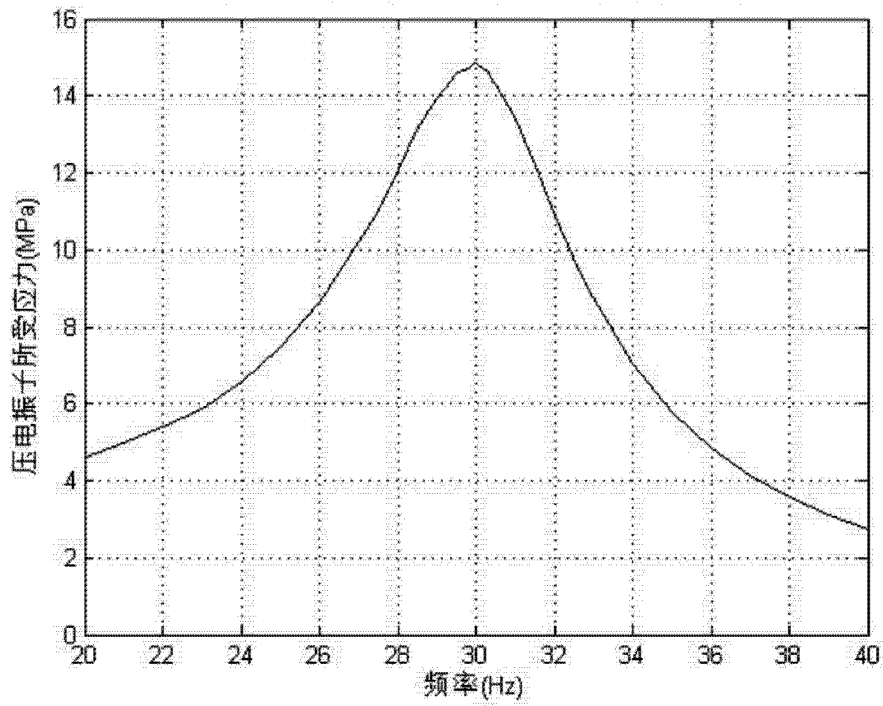


图 3b



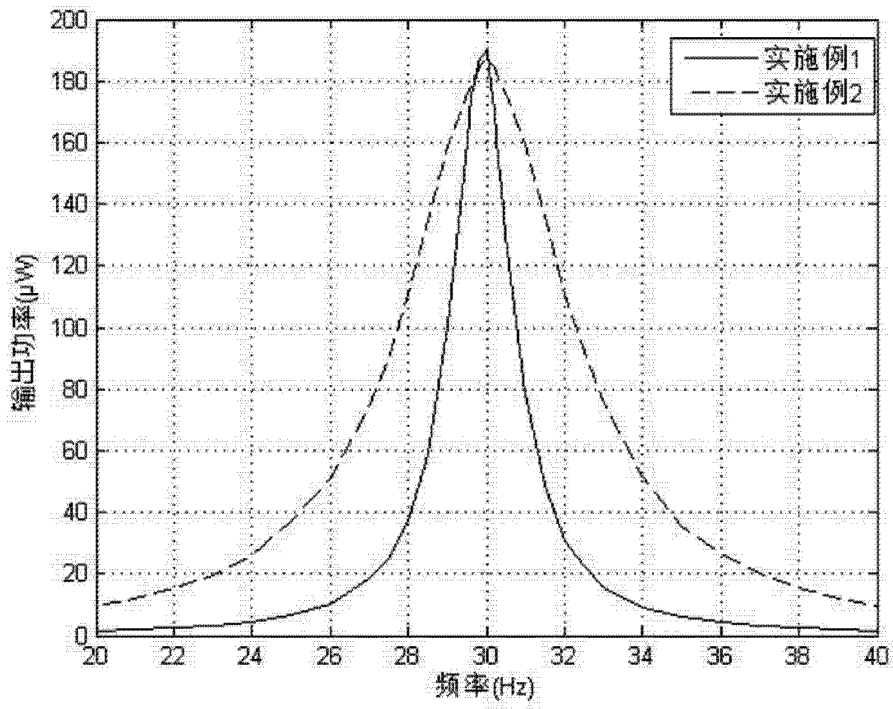


图 4a

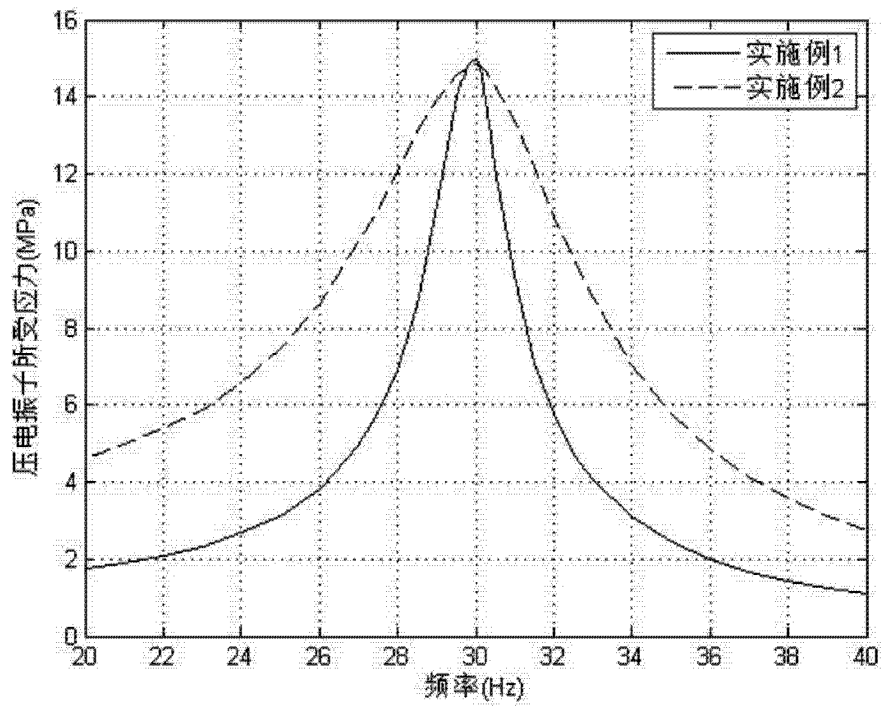


图 4b