

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 6 月 20 日 (20.06.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/124752 A1

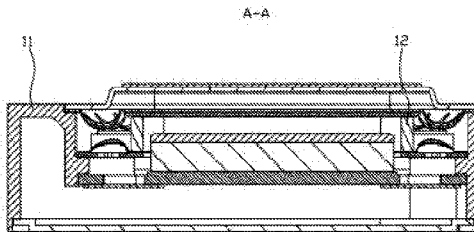
- (51) 国际专利分类号:
H01F 27/28 (2006.01) **H01B 1/02** (2006.01)
H02K 3/02 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/087087
- (22) 国际申请日: 2023 年 4 月 7 日 (07.04.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202211625035.5 2022年12月16日 (16.12.2022) CN
- (71) 申请人: 瑞声光电科技(常州)有限公司 (**AAC MICROTECH (CHANGZHOU) CO., LTD.**)
[CN/CN]; 中国江苏省常州市武进高新技术产业
开发区常漕路3号, Jiangsu 213167 (CN)。
- (72) 发明人: 邵益 (**SHAO, Yi**); 中国江苏省常州市武
进高新技术产业开发区常漕路3号, Jiangsu
213167 (CN)。 司秀江 (**SI, Xiujiang**); 中国江苏
省常州市武进高新技术产业开发区常漕
路3号, Jiangsu 213167 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳市恒申知识产权事务所(普
通合伙) (**HENSEN INTELLECTUAL PROPERTY
FIRM**); 中国广东省深圳市南山区南山街
道南新路阳光科创中心二期 A 座 1203,
Guangdong 518000 (CN)。

- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ,
IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN,
MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA,
PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚
(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,
HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO,
PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN,
TD, TG)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) Title: COIL AND ENERGY CONVERSION DEVICE

(54) 发明名称: 一种线圈、能量转换器件



[图2]

(57) Abstract: Provided in the present invention are a coil and an energy conversion device. The preparation materials of a conductor of an enameled wire used in the coil comprises, in parts by volume: 70-99.8 parts of a base material, 0.2-30 parts of graphene, and/or 0.2-30 parts of carbon nanotubes. The technical solution of the present invention improves both the electric conductivity and fatigue resistance of the enameled wire.

(57) 摘要: 本发明提供了一种线圈、能量转换器件, 其中, 该线圈所用的漆包线, 按体积份数计, 所述漆包线的导体的制备材料包括: 基材 70-99.8 份, 石墨烯 0.2-30 份, 和/或碳纳米管 0.2-30 份。本发明技术方案同时提高了漆包线的导电率和耐疲劳特性。

WO 2024/124752 A1

发明名称：一种线圈、能量转换器件

技术领域

[0001] 本发明涉及线圈技术领域，特别涉及一种线圈、能量转换器件。

背景技术

[0002] 线圈通常指呈环形的导线绕组，应用线圈的有马达、电感、变压器和环形天线等。电路中的线圈是指电感器，是指导线一根一根绕起来，导线彼此互相绝缘，而绝缘管可以是空心的，也可以包含铁芯或磁粉芯，简称电感。

[0003] 线圈通电后，受到电磁力的作用，并且在电磁力的作用下运动，从而产生机械能。其中，线圈的导体导电率越高，能量转换效率越高，灵敏度越高；但是，由于线圈自身的震动，容易导致线圈疲劳断线。

发明概述

技术问题

[0004] 本发明的主要目的是提供一种线圈、能量转换器件，旨在同时提高线圈导体的导电率和抗拉强度。

技术方案

[0005] 为实现上述目的，本发明提出的线圈，用于扬声器或马达，按体积份数计，所述线圈通过漆包线绕制而成，所述漆包线的导体的制备材料包括：基材70-99.8份，石墨烯0.2-30份，和/或碳纳米管0.2-30份。

[0006] 在一实施例中，按体积份数计，所述漆包线导体的制备材料包括石墨烯0.2-1份。

[0007] 在一实施例中，按体积份数计，所述漆包线导体的制备材料包括碳纳米管1-2份。

[0008] 在一实施例中，所述基材包括铜、铝、银、金或铜合金中的一种或多种，所述石墨烯和/或所述碳纳米管均匀分布在基材中。

[0009] 在一实施例中，所述基材为铜包铝导体，按体积份数计，所述铜包铝导体的铜

在所述漆包线的导体中的体积份数为10-80份，铝为19.8-60份，所述石墨烯和/或所述碳纳米管匀分布在所述铜包铝导体的铜和/或铝中。

[0010] 在一实施例中，所述铜包铝导体的铜包裹在铜包铝导体的铝表面。

[0011] 本发明还提出一种能量转换器件，所述能量转换器件包括线圈，按体积份数计，所述线圈通过漆包线绕制而成，所述漆包线导体的制备材料包括：基材70-99.8份，石墨烯0.2-30份，和/或碳纳米管0.2-30份。

[0012] 在一实施例中，所述能量转换器件用于将电能转换为机械能，所述能量转换器件为微型扬声器、振动马达、传动马达中的一种。

有益效果

[0013] 本发明技术方案线圈应用于扬声器或马达，通电线圈在磁场中产生电磁力，实现电能到机械能的转换，该线圈漆包线导体通过采用基材体积份数为70-99.8份、石墨烯体积份数为0.2-30份和/或碳纳米管体积份数为0.2-30份，使得该线圈具有较高的导电性能和机械性能，提高了线圈漆包线宝体的导电率和抗拉强度，而线圈导体的导电性能越高，扬声器和马达的能量转换效率高、灵敏度高（扬声器）和震动量越高（马达），线圈导体的抗疲劳断线能力越强，线圈不容易由于震动导致疲劳断线，从而延长了扬声器的使用寿命。本发明应用于扬声器或马达的线圈，含有特定体积份数的石墨烯和/或碳纳米管，可将导电率提高达19% IACS，扬声器的灵敏度增加1.51dB，抗拉强度可以提高31MPa，扬声器的疲劳断线时间最大延长45小时，马达的稳态响应速度提高20%，瞬态振动量提高17%。

附图说明

[0014] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图示出的结构获得其他的附图。

[0015] 图1为本发明扬声器一实施例的结构示意图；

[0016] 图2为图1扬声器在A-A方向的剖面示意图；

[0017] 图3为图1扬声器的爆炸示意图；

- [0018] 图4为本发明马达一实施例的结构示意图；
- [0019] 图5为图4中马达在B-B方向的剖面示意图；
- [0020] 图6为图4中马达去除外壳的爆炸示意图。
- [0021] 附图标号说明：
- [0022] [表1]

标号	名称	标号	名称
10	扬声器	20	马达
11	壳体	21	外壳
12	线圈		

本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例，参照附图做进一步说明。

本发明的实施方式

- [0023] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。
- [0024] 本发明提出一种线圈。
- [0025] 请参照图1和图3、图4在本发明实施例中，线圈12用于扬声器10或马达20，按体积份数计，该线圈12通过漆包线绕制而成，漆包线的导体的制备材料包括：基材70-99.8份，石墨烯0.2-30份，和/或碳纳米管0.2-30份。
- [0026] 本发明技术方案线圈12应用于扬声器10或马达20，通电线圈12在磁场中产生电磁力，实现电能到机械能的转换，该线圈12漆包线导体通过采用基材体积份数为70-99.8份、石墨烯体积份数为0.2-30份和/或碳纳米管体积份数为0.2-30份，使得该线圈12具有较高的导电性能和机械性能，提高了线圈12漆包线导体的导电率和抗拉强度，而线圈12导体的导电性能越高，扬声器10和马达20的能量转换效率高、灵敏度高（扬声器10）和震动量越高（马达20），线圈12导体的抗疲劳断线能力越强，线圈12不容易由于震动导致疲劳断线，从而延长了扬声器10的使用寿命。本发明应用于扬声器10或马达20的线圈12，含有特定体积份

数的石墨烯和/或碳纳米管，可将导电率提高达19% IACS，扬声器10的灵敏度增加1.51dB，抗拉强度可以提高31MPa，扬声器10的疲劳断线时间最大延长45小时，马达20的稳态响应速度提高20%，瞬态振动量提高17%。

[0027] 具体而言，该基材采用导电材料制成，用于在通电后在磁场中产生电磁力，从而可以产生机械运动。该基材可以是金属材料，也可以是合金材料，或者是具有导电功能的高分子材料，只要基材的材料可以导电后产生电磁力即可。

[0028] 请参照图1至图3，该扬声器10可以包括壳体11和线圈12，线圈12可以安装在壳体11内。可以理解的是，该线圈12可以为音圈，壳体11可以包括底板、侧板和顶板。请参照图4至图6，该马达20可以包括外壳21和振动组件，振动组件可以包括线圈12，通过线圈12实现电能向机械能的转换。

[0029] 在一实施例中，所述基材包括铜、铝、银、金或铜合金中的一种或多种。也就是说，该基材可以是单一材料，如纯铜；也可以是多种材料，如铜包铝、合金材料等等。通过采用具有导电功能的基材作为线圈12的主要材料，从而使线圈12在导电后可以产生电磁力，再转化为机械运动，进而驱动部件发生运动。

[0030] 在一实施例中，所述基材为铜包铝导体，减少了铜的使用量，从而降低了生产成本；加入了铝，使得线圈12的可塑性更强；并且，由于铜包铝的密度是纯铜的1/2.5，从而降低了线圈12的重量；另外，在相同直径和重量的条件下，铜包铝基材的线圈12长度比纯铜基材的线圈12长度大得多，从而进一步大大降低了线圈12的生产成本。在一实施例中，按体积份数计，所述铜包铝导体的铜在所述漆包线的导体中的体积份数为10-80份，铝为19.8-60份。

[0031] 在一实施例中，该铜包铝导体中，铜包裹铝表面，从而形成铜包铝导体。在一实施例中，该漆包线导体的石墨烯和/或碳纳米管、基材之间的关系可以是，所述石墨烯和/或所述碳纳米管均匀分布在基材中，从而使石墨烯和/或碳纳米管的分布均匀，更有利于漆包线的导电率和抗拉强度的提高。

[0032] 具体的，该线圈12的制备材料包括石墨烯，石墨烯可以是纳米材料，也可以是非纳米材料，石墨烯具有极高的导电率，其导电率比铜的导电率至少高100倍，并且可使电子运动比单晶硅至少快100倍，从而提高线圈12的整体导电率，进而提高了线圈12的能量转换效率和灵敏度，以减少能量损失，缩短反应时间。并

且，石墨烯具有极高的强度，比钢的强度至少大200倍；同时，石墨烯具有高热导率和高抗拉强度，即使石墨烯在被拉伸或弯曲的情况下，也不失去其电气性质，所以，线圈12通过加入石墨烯不但可以提高线圈12的导电率，还能增加线圈12的抗拉强度，提高了线圈12的能量转换效率、灵敏度和抗疲劳断线能力。

[0033] 该石墨烯的含量不能太高，也不能太低。如果石墨烯的含量过高，不但极大地增加了材料成本，浪费材料，还容易发生团聚，不利于石墨烯在基材中的分散；如果石墨烯的含量太低，不能提高线圈12的导电率和抗拉强度，无法得到导电率和抗拉强度大的线圈12。因此，该线圈12的制备材料中，按体积份数计，石墨烯为0.2-30份。进一步地，在一实施例中，按体积份数计，石墨烯0.2-1份。

[0034] 具体的，碳纳米管是一种具有特殊结构（径向尺寸为纳米量级，轴向尺寸为微米量级，管子两端基本上都封口）的一维量子材料，主要由呈六边形排列的碳原子构成数层到数十层的同轴圆管，层与层之间保持固定的距离，可以约0.34nm，直径可以为2~20nm。并且，根据碳六边形沿轴向的不同取向可以将其分成锯齿形、扶手椅型和螺旋型三种。

[0035] 碳纳米管是一维纳米材料，重量轻，六边形结构连接完美，具有许多异常的力学和化学性能。碳纳米管加入基材中，可使线圈12表现出良好的强度、弹性、抗疲劳性等，从而极大地改善了线圈12的各种性能。由于碳纳米管的结构与石墨的片层结构相同，所以具有很好的电学性能，电导率可达铜的一万倍。另外，碳纳米管具有较大的抗拉强度，是钢的100倍，但其密度却只有钢的六分之一，比常规石墨纤维高一个数量级；它的弹性模量可达1TPa，与金刚石的弹性模量相当，约为钢的5倍。碳纳米管的结构虽然与高分子材料的结构相似，但其结构却比高分子材料稳定得多。

[0036] 同样地，碳纳米管的含量不能太高，也不能太低。如果碳纳米管的含量过高，不但增加了材料成本，浪费材料，还容易可能降低线圈12的导电率和抗拉强度；如果碳纳米管的含量太低，也将不能提高线圈12的导电率和抗拉强度，无法得到导电率高和抗拉强度大的线圈12。因此，该线圈12的制备材料中，按体积份数计，碳纳米管为0.2-30份。进一步地，在一实施例中，按体积份数计，碳

纳米管1-2份。

[0037] 在一实施例中，所述线圈12通过漆包线绕制而成。漆包线包括导体和绝缘体组成，裸线经退火软化后，再经过多次涂漆，加热成型；可以分为铜丝漆包线、铝丝漆包线、铜铝合金漆包线等等。线圈12可以以漆包线按一定形状绕制而成，可以由一匝或多匝串联组成，可以有两个引出线，一个叫首端，另一个叫尾端。漆包线的工艺简单，价格便宜，厚度较厚，从而进一步降低了线圈12的生产成本；通过采用漆包线绕制形成线圈12，对于干扰磁场起到很好的抑制作用，从而可以提高精度。

[0038] 本发明还提出一种能量转换器件，该能量转换器件包括线圈12，该线圈12的具体结构参照上述实施例，由于本能量转换器件采用了上述所有实施例的全部技术方案，因此至少具有上述实施例的技术方案所带来的所有有益效果，在此不再一一赘述。其中，该能量转换器件用于将电能转换为机械能，转换器可以为扬声器10，也可以为马达20。

[0039] 在一实施例中，该扬声器10为微型扬声器，或者，该马达20为振动马达或传动马达。微型扬声器可以包括盆架、磁钢、极片、音膜、音圈，其中，音圈包括上述的线圈12；通过微型扬声器10采用该线圈12，从而提高了微型扬声器10中线圈12的导电率和抗拉强度，使得体积微小的扬声器10具有较长的使用寿命。振动马达和传动马达均包括上述的线圈12，振动马达通过线圈12输入电流的方向不同，使得驱动组件旋转起来，当驱动组件转动的时候，偏心轮的圆心质点不在电机的转心上，不断地处于失去平衡状态，由于惯性作用引起震动。微型扬声器，振动马达、传动马达通过采用上述的线圈12，可以将电能转换为机械能，从而驱动部件发生运动，实现相应的效果。

[0040] 下面将结合具体实施例对本发明的实施方案进行详细描述，但是本领域技术人员将会理解，下列实施例仅用于说明本发明，而不应视为限制本发明的范围。实施例中未注明具体条件者，按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者，均为可以通过市售购买获得的常规产品。

[0041] 实施例1

[0042] 一种线圈，按体积份数计，其制备材料包括：纯铜99.5份，石墨烯0.5份，其

中石墨烯均匀分布在纯铜基材中；通过漆包线（导体直径为0.03mm）绕制形成音圈，并将音圈组装成手表中的0815尺寸的微型扬声器。

[0043] 实施例2

[0044] 一种线圈，按体积份数计，其制备材料包括：铜包铝导体（含铜量15%）99.8份，石墨烯0.2份，其中石墨烯均匀分布在铜包铝导体中；通过漆包线（导体直径为0.03mm）绕制形成音圈，并将音圈组装成PAD中的1520尺寸的微型扬声器。

[0045] 实施例3

[0046] 一种线圈，按体积份数计，其制备材料包括：纯铜70份，石墨烯30份，其中石墨烯均匀分布在纯铜基材中；通过漆包线（导体直径为0.03mm）绕制形成音圈，并将音圈组装成PAD中的1134尺寸扬声器。

[0047] 实施例4

[0048] 一种线圈，按体积份数计，其制备材料包括：铜包铝导体（含铜量30%）85份，碳纳米管15份，其中碳纳米管均匀分布在铜包铝导体中；通过漆包线（导体直径为0.03mm）绕制形成音圈，并将音圈组装成PAD中的1520尺寸的微型扬声器。

[0049] 实施例5

[0050] 一种线圈，按体积份数计，其制备材料包括：纯铜98份，石墨烯1份，碳纳米管1份，其中石墨烯和碳纳米管均匀分布在纯铜基材中；通过漆包线（导体直径为0.03mm）绕制线圈，以制备0809尺寸的受话器。

[0051] 实施例6

[0052] 一种线圈，按体积份数计，其制备材料包括：纯铜98份，碳纳米管2份，其中碳纳米管均匀分布在纯铜基材中；通过漆包线（导体直径为0.03mm）绕制形成线圈，并将线圈组装成手机中的0815尺寸的振动马达。

[0053] 实施例7

[0054] 一种线圈，按体积份数计，其制备材料包括：纯铜75份，石墨烯25份，其中石墨烯均匀分布在纯铜基材中；通过漆包线（导体直径为0.03mm）绕制形成线圈，并将线圈组装成手机中的0620尺寸的振动马达。

[0055] 对比例1

[0056] 一种线圈，按体积份数计，其制备材料包括纯铜100份；通过漆包线（导体直径为0.03mm）绕制形成音圈，并将音圈组装成手表中的0815尺寸的微型扬声器。

。

[0057] 对比例2

[0058] 一种线圈，按体积份数计，其制备材料包括铜包铝导体（含铜量15%）100份；通过漆包线（导体直径为0.03mm）绕制形成音圈，并将音圈组装成PAD中的1520尺寸的微型扬声器。

[0059] 对比例3

[0060] 一种线圈，按体积份数计，其制备材料包括：纯铜100份；通过漆包线（导体直径为0.03mm）绕制形成音圈，并将音圈组装成PAD中的1134尺寸扬声器。

[0061] 对比例4

[0062] 一种线圈，按体积份数计，其制备材料包括：铜包铝导体（含铜量30%）100份；通过漆包线（导体直径为0.03mm）绕制形成音圈，并将音圈组装成PAD中的1520尺寸的微型扬声器。

[0063] 对比例5

[0064] 一种线圈，按体积份数计，其制备材料包括纯铜100份；通过漆包线（导体直径为0.03mm）绕制线圈，以制备0809尺寸的受话器。

[0065] 对比例6

[0066] 一种线圈，按体积份数计，其制备材料包括纯铜100份；通过漆包线（导体直径为0.03mm）绕制形成线圈，并将线圈组装成手机中的0815尺寸的振动马达。

[0067] 实施例7

[0068] 一种线圈，按体积份数计，其制备材料包括：纯铜100份；通过漆包线（导体直径为0.03mm）绕制形成线圈，并将线圈组装成手机中的0620尺寸的振动马达。

。

[0069] 以上实施例1至实施例7、对比例1至对比例7的组分及相应的含量请参照下表1-表2。

[0070] 表1 扬声器和受话器的各组分及含量表

[0071] [表2]

样品	基材/体 积份数	石墨烯/体 积份数	碳纳米管/ 体积份数	尺寸	电子设备
实施例1	纯铜99.5	0.5	/	0815	微型扬声器
实施例2	铜包铝导体 (含铜量15 %) 99.8	0.2	/	1520	微型扬声器
实施例3	纯铜70.0	30	/	1134	扬声器
实施例4	铜包铝导体 (含铜量30 %) 85.0	/	15	1520	微型扬声器
实施例5	纯铜98.0	1	1	0809	受话器
对比例1	纯铜100.0	/	/	0815	微型扬声器
对比例2	铜包铝导体 (含铜量15 %) 100.0	/	/	1520	微型扬声器
对比例3	纯铜100.0	/	/	1134	扬声器
对比例4	铜包铝导体 (含铜量30 %) 100.0	/	/	1520	微型扬声器
对比例5	纯铜100	/	/	0809	受话器

表2 马达的各组分及含量表

[0072] [表3]

样品	基材/体 积份数	石墨烯/体 积份数	碳纳米管/ 体积份数	尺寸	电子设备
实施例6	纯铜98	/	2	0815	振动马达

实施例7	纯铜75	25	/	0620	振动马达
对比例6	纯铜100	/	/	0815	振动马达
对比例7	纯铜100	/	/	0620	振动马达

为了验证本发明线圈的各种性能，对上述7个实施例、以及7个对比例中产品性能进行测试。结果参照下表3-表4。

[0073] 表3 扬声器和受话器产品的性能测试结果

[0074] [表4]

样品	导电率/% IACS	灵敏度/dB	抗拉强度/MPa	疲劳断线时间/小时
对比例1	100	102.00	267	152
实施例1	112	102.98	295	174
对比例2	63	125.10	217	134
实施例2	67	125.63	259	157
对比例3	100	102.30	264	234
实施例3	135	104.90	380	942
对比例4	63	125.10	217	134
实施例4	83	127.50	318	526
对比例5	100	122.10	279	168
实施例5	111	123.00	310	213

根据表1和表2，实施例1至实施例7包括石墨烯和/或碳纳米管，基材与石墨烯和/或碳纳米管的体积份数之和为100份，均通过漆包线绕制成线圈，漆包线的导体直径均为0.03mm，组装的电子设备为微型扬声器、振动马达和受话器。而对比例1至对比例7均不含有石墨烯或碳纳米管，且基材的体积份数为100份，其它与相应的实施例相同，均通过漆包线绕制成线圈，漆包线的导体直径均为0.03mm，组装的电子设备为微型扬声器、振动马达和受话器。

[0075] 根据表1和表3，漆包线导体在应用于扬声器和受话器中，相对于对比例1，实施例1的线圈包括体积份数0.5份石墨烯，其导电率提高了12% IACS，灵敏度提高了0.98 dB，抗拉强度由267 MPa增大至295 MPa，并且，输入1W正弦型号，疲劳断线时间从152小时延长至174小时。同样地，相对于对比例3，实施例3的线圈包括体积份数30份石墨烯，其导电率提高了35% IACS，灵敏度提高了2.70 dB，抗拉强度增大了116 MPa，疲劳断线时间足足延长了708小时。该实施例3增大了石墨烯的体积份数，相比实施例1而言，其导电率、抗拉强度和疲劳断线时间都得到较大的提高。

[0076] 实施例2和对比例2的基材均为铜包铝导体（含铜量15%），实施例2包括体积份数为0.2份石墨烯和体积份数为99.8份的铜包铝导体，而对比例2仅包括体积份数为100份的铜包铝导体，均组装成PAD中的1520尺寸微型扬声器。根据表3可知，相对于对比例2，实施例2的导电率从63% IACS提高至67% IACS，灵敏度从125.10 dB增大至125.63 dB，抗拉强度由217MPa增大至259MPa，并且，疲劳断线时间从134小时延长至157小时。

[0077] 同样地，相对于对比例4，实施例4的线圈包括体积份数15份碳纳米管，其余为铜包铝导体（含铜量30%），其导电率提高了20% IACS，灵敏度提高了2.40 dB，抗拉强度增大了101MPa，疲劳断线时间延长了差不多400小时。该实施例4采用碳纳米管30份，其体积份数远大于增大了实施例2的石墨烯0.2体积份数，其导电率、抗拉强度和疲劳断线时间都得到较大的提高。

[0078] 实施例5的基材为纯铜，加入了体积份数为1份石墨烯和体积份数为1份碳纳米管，基材、石墨烯和碳纳米管的体积分数之和为100份；对比例5的线圈仅包括体积份数为100份的纯铜。根据性能测试结果可知，相对于对比例5，实施例5的导电率提高了11% IACS，灵敏度提高了0.90dB，抗拉强度由279 MPa增大至310 MPa，抗拉强度增大了31 MPa；并且，最大功率实验中，由对比例5的坚持168小时不断线，延长至实施例5的坚持213小时不断线，疲劳断线时间增加了45小时。所以，同时加入石墨烯和碳纳米管的线圈，提高了漆包线导体的导电率、灵敏度和抗拉强度，耐疲劳特性也大大增强。

[0079] 表4马达产品的性能测试结果

[0080] [表5]

样品	导电率/% IACS	稳态响应速度 (RT /BT) /ms	瞬态震动量 (Gp)
对比例6	100	48.2	1.741
实施例7	119	39.3	2.063
对比例6	100	45.0	1.828
实施例7	130	33.1	2.376

根据表2和表4可知，相对于对比例6，实施例6的漆包线导体包括体积份数2份碳纳米管，其导电率提高了19% IACS，稳态响应速度提高了8.9ms，马达的稳态响应速度提高18.5%，瞬态振动量提高了0.322。同样地，相对于对比例7，实施例7的漆包线导体包括体积份数25份石墨烯和75份的纯铜，其导电率足足提高了30%% IACS，马达的稳态响应速度提高26.4%，瞬态振动量提高了30.0%。

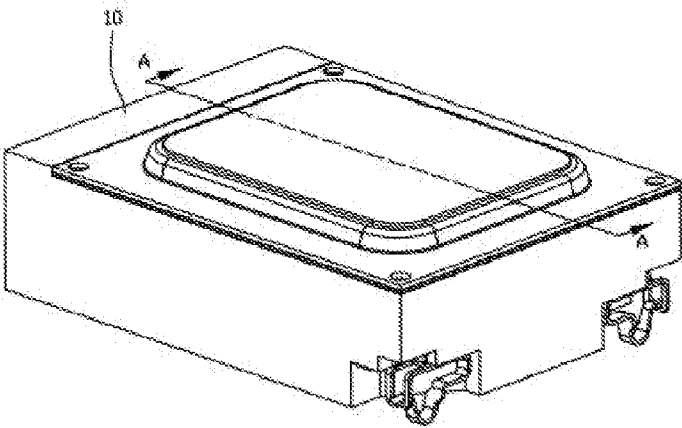
[0081] 由此说明，分别含有石墨烯和碳纳米管的本申请线圈的漆包线导体，其导电率均得到提高，也提升灵敏度（扬声器）或震动量（马达），缩短稳态响应速度（马达）；并且，也极大地提高了扬声器的抗拉强度或马达的瞬态震动量。

[0082] 以上所述仅为本发明的可选实施例，并非因此限制本发明的专利范围，凡是在本发明的发明构思下，利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构变换，或直接/间接运用在其他相关的技术领域均包括在本发明的专利保护范围内。

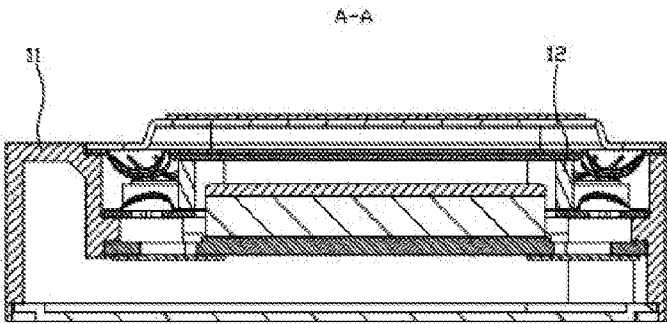
权利要求书

- [权利要求 1] 一种线圈，用于扬声器或马达，其特征在于，按体积份数计，所述线圈通过漆包线绕制而成，所述漆包线的导体的制备材料包括：基材70-99.8份，石墨烯0.2-30份，和/或碳纳米管0.2-30份。
- [权利要求 2] 如权利要求1所述的线圈，其特征在于，按体积份数计，所述漆包线导体的制备材料包括石墨烯0.2-1份。
- [权利要求 3] 如权利要求1所述的线圈，其特征在于，按体积份数计，所述漆包线导体的制备材料包括碳纳米管1-2份。
- [权利要求 4] 如权利要求1至3中任意一项所述的线圈，其特征在于，所述基材包括铜、铝、银、金或铜合金中的一种或多种，所述石墨烯和/或所述碳纳米管均匀分布在基材中。
- [权利要求 5] 如权利要求4所述的线圈，其特征在于，所述基材为铜包铝导体，按体积份数计，所述铜包铝导体的铜在所述漆包线的导体中的体积份数为10-80份，铝为19.8-60份，所述石墨烯和/或所述碳纳米管均匀分布在所述铜包铝导体的铜和/或铝中。
- [权利要求 6] 如权利要求5所述的线圈，其特征在于，所述铜包铝导体的铜包裹在铜包铝导体的铝表面。
- [权利要求 7] 一种能量转换器件，其特征在于，包括如权利要求1至6中任意一项所述的线圈。
- [权利要求 8] 如权利要求7所述的能量转换器件，其特征在于，所述能量转换器件用于将电能转换为机械能，所述能量转换器件为微型扬声器、振动马达、传动马达中的一种。

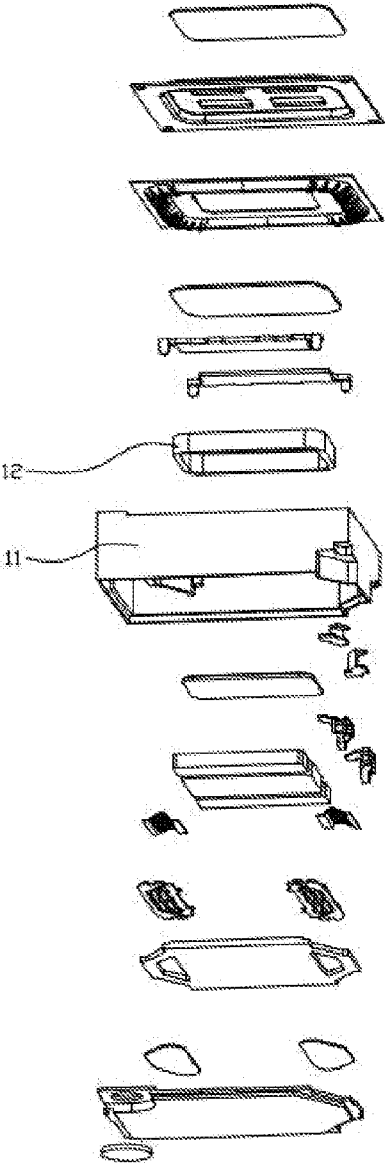
[图1]



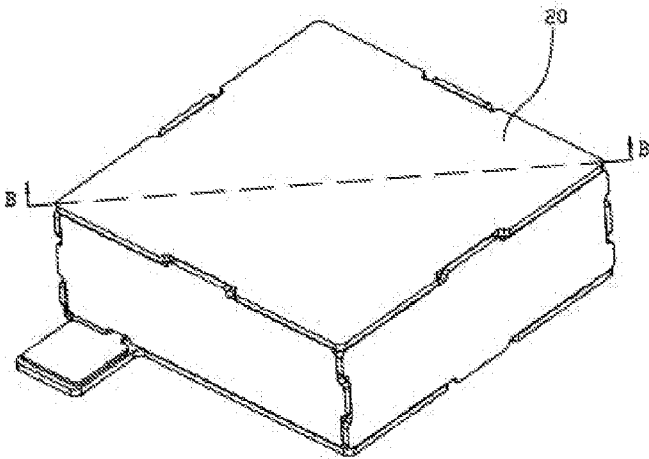
[图2]



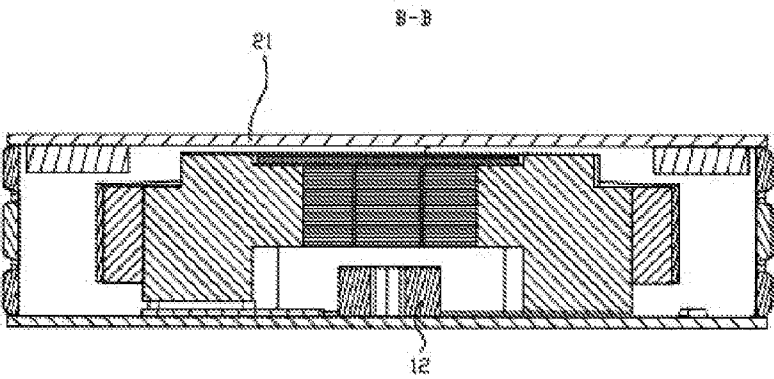
[图3]



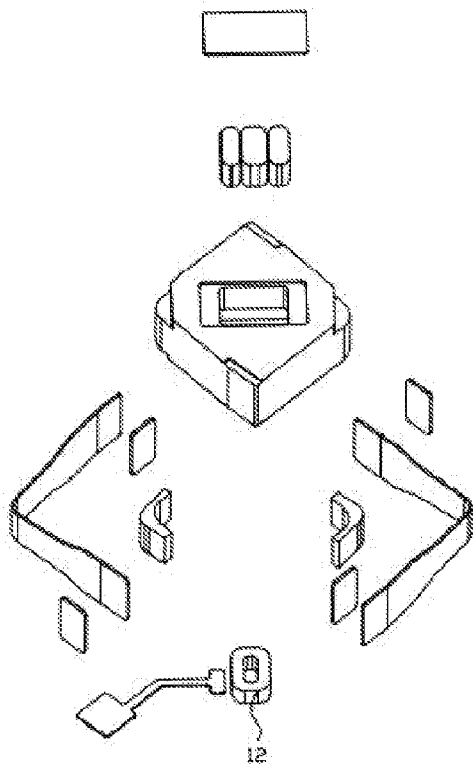
[图4]



[图5]



[图6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/087087

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F27/28(2006.01)i; H02K3/02(2006.01)i; H01B1/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01F H02K H01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

VEN, CNABS, CNTXT, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI, IEEE: 线圈, 绕组, 马达, 电机, 扬声器, 碳纳米管, 石墨烯, 铝, 铜, coil, winding, motor, speaker, carbon nanotubes, graphene, aluminium, aluminum, copper, Al, Cu

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 112331399 A (GOERTEK INC.) 05 February 2021 (2021-02-05) description, paragraphs 4-21 and 122	1-8
Y	CN 114783648 A (GUANGDONG XINYI CABLE CO., LTD.) 22 July 2022 (2022-07-22) description, paragraphs 3-28	1-8
Y	CN 102127721 A (ENRAYTEK OPTOELECTRONICS CO., LTD.) 20 July 2011 (2011-07-20) description, paragraphs 9-25	1-8
A	CN 104766645 A (CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM, BEIJING) 08 July 2015 (2015-07-08) entire document	1-8
A	CN 110767374 A (ZHANG SHENJIA et al.) 07 February 2020 (2020-02-07) entire document	1-8
A	JP 4999031 B1 (WAKE MIKIO) 15 August 2012 (2012-08-15) entire document	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 June 2023

Date of mailing of the international search report

23 June 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2023/087087

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112331399	A	05 February 2021	WO	2022088426	A1	05 May 2022
CN	114783648	A	22 July 2022	None			
CN	102127721	A	20 July 2011	EP	2476773	A1	18 July 2012
				MY	168377	A	31 October 2018
				US	2013216425	A1	22 August 2013
				US	8833431	B2	16 September 2014
				WO	2012058847	A1	10 May 2012
CN	104766645	A	08 July 2015	WO	2016150174	A1	29 September 2016
CN	110767374	A	07 February 2020	EP	3599620	A1	29 January 2020
				US	2020027624	A1	23 January 2020
				US	10861616	B2	08 December 2020
				CL	2019002060	A1	05 June 2020
JP	4999031	B1	15 August 2012	JP	2013121269	A	17 June 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2023/087087

A. 主题的分类

H01F27/28(2006.01)i; H02K3/02(2006.01)i; H01B1/02(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H01F H02K H01B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

VEN, CNABS, CNTXT, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI, IEEE: 线圈, 绕组, 马达, 电机, 扬声器, 碳纳米管, 石墨烯, 铝, 铜, coil, winding, motor, speaker, carbon nanotubes, graphene, aluminium, aluminum, copper, Al, Cu

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 112331399 A (歌尔股份有限公司) 2021年2月5日 (2021 - 02 - 05) 说明书第4-21, 122段	1-8
Y	CN 114783648 A (广东欣意电缆有限公司) 2022年7月22日 (2022 - 07 - 22) 说明书第3-28段	1-8
Y	CN 102127721 A (映瑞光电科技(上海)有限公司) 2011年7月20日 (2011 - 07 - 20) 说明书第9-25段	1-8
A	CN 104766645 A (中国石油大学(北京)) 2015年7月8日 (2015 - 07 - 08) 全文	1-8
A	CN 110767374 A (张申甲 等) 2020年2月7日 (2020 - 02 - 07) 全文	1-8
A	JP 4999031 B1 (WAKE MIKI) 2012年8月15日 (2012 - 08 - 15) 全文	1-8

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:
 “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件
 “D” 申请人在国际申请中引证的文件
 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利
 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)
 “Q” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件
 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件
 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性
 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性
 “&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2023年6月19日

国际检索报告邮寄日期

2023年6月23日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

王光军

电话号码 (+86) 010-53961225

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/087087

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	112331399	A	2021年2月5日	WO	2022088426	A1	2022年5月5日
CN	114783648	A	2022年7月22日	无			
CN	102127721	A	2011年7月20日	EP	2476773	A1	2012年7月18日
				MY	168377	A	2018年10月31日
				US	2013216425	A1	2013年8月22日
				US	8833431	B2	2014年9月16日
				WO	2012058847	A1	2012年5月10日
CN	104766645	A	2015年7月8日	WO	2016150174	A1	2016年9月29日
CN	110767374	A	2020年2月7日	EP	3599620	A1	2020年1月29日
				US	2020027624	A1	2020年1月23日
				US	10861616	B2	2020年12月8日
				CL	2019002060	A1	2020年6月5日
JP	4999031	B1	2012年8月15日	JP	2013121269	A	2013年6月17日