

(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
2023 年 12 月 14 日 (14.12.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/236256 A1

(51) 国际专利分类号:
B23K 9/32 (2006.01) **B33Y 10/00** (2015.01)
B33Y 40/00 (2020.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/100855

(22) 国际申请日: 2022 年 6 月 23 日 (23.06.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202210639698.6 2022年6月8日 (08.06.2022) CN

(71) 申请人: 五邑大学 (WUYI UNIVERSITY) [CN/CN];
中国广东省江门市蓬江区东成村 22 号,
Guangdong 529000 (CN)。

(72) 发明人: 王瑞超 (WANG, Ruichao); 中国广东省江门市蓬江区东成村 22 号, Guangdong 529000 (CN)。
王皓 (WANG, Hao); 中国广东省江门市蓬江区东成村 22 号, Guangdong 529000 (CN)。
贺跃帮 (HE, Yuebang); 中国广东省江门市蓬江区东成村 22 号, Guangdong 529000 (CN)。
高祥 (GAO, Xiang); 中国广东省江门市蓬江区东成村 22 号, Guangdong

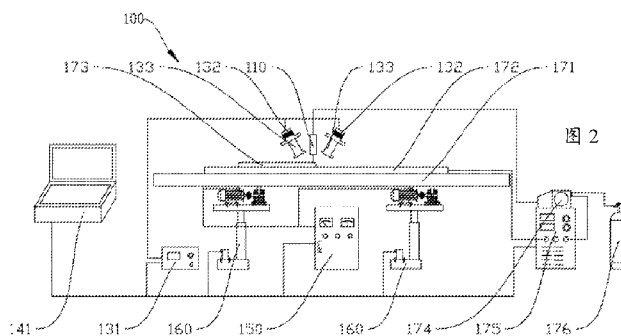
529000 (CN)。
蔡川崎 (CAI, Chuanqi); 中国广东省江门市蓬江区东成村 22 号, Guangdong 529000 (CN)。
李会军 (LI, Huijun); 中国广东省江门市蓬江区东成村 22 号, Guangdong 529000 (CN)。

(74) 代理人: 广州嘉权专利商标事务所有限公司 (JIAQUAN IP LAW); 中国广东省广州市天河区黄埔大道西 100 号富力盈泰广场 A 栋 910, Guangdong 510627 (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, 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, ME, MG, MK, MN, 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。

(54) Title: ELECTRIC ARC ADDITIVE DEVICE, CONTROL METHOD FOR ELECTRIC ARC ADDITIVE DEVICE, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 电弧增材设备、电弧增材设备的控制方法和存储介质



(57) Abstract: Disclosed are an electric arc additive device, a control method for the electric arc additive device, and a storage medium, used in the field of additive manufacturing. The electric arc additive device comprises: an additive welding torch, used to melt a wire material to add material to a workpiece to be processed; a mechanical vibration apparatus disposed below the workpiece; an ultrasonic auxiliary apparatus disposed at a side of the additive welding torch; and a control apparatus used to control the ultrasonic auxiliary apparatus to form an ultrasonic field below the additive welding torch and, when the additive welding torch is welding a position to undergo additive machining, controlling the mechanical vibration apparatus to perform mechanical vibration in different modes. During the additive welding process, mechanical vibration may reduce the accumulation of thermal stress, and after the additive welding torch finishes working, mechanical vibration in another mode is generated to diminish the residual stress in the workpiece; the coordination of these two different modes of mechanical vibration may significantly reduce stress in the workpiece, and minimize the occurrence of cracks in products of electric arc additive manufacturing.

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, 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, 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)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本发明公开了一种电弧增材设备、电弧增材设备的控制方法和存储介质, 应用于增材制造领域, 电弧增材设备包括: 增材焊枪用于熔化丝材以对待加工的工件进行增材; 机械振动装置设置于工件下方; 超声辅助装置设置于增材焊枪的侧方; 控制装置用于控制超声辅助装置在增材焊枪下方形成超声场并在增材焊枪对待增材位置焊接时, 分别在增材焊枪焊接过程以及结束时控制机械振动装置在不同模式下进行机械振动。在增材焊枪焊接过程中, 机械振动能够减少热应力的积累, 在增材焊枪结束工作后, 另一模式的机械振动产生能够对工件中残留的应力进行削弱, 两种不同模式的机械振动相互配合, 能够较大幅度地减少工件中的应力, 减少电弧增材产品的裂纹的产生。

电弧增材设备、电弧增材设备的控制方法和存储介质

技术领域

本发明涉及增材制造领域，特别涉及一种电弧增材设备、电弧增材设备的控制方法和存储介质。

背景技术

增材制造技术是一项革命性的制造技术，它颠覆了传统的减材制造方式，尤其金属增材制造，作为一项革命性、先进性制造技术，广泛应用于航空航天、生物医疗、工业模具和动力能源等相关领域。

电弧增材制造技术通过电弧熔化丝材，并根据产品三维模型将熔融金属按线-面-体逐层堆积、凝固成形出金属部件的工艺，然而，电弧增材过程中，热输入大，工件增材加工的应力大，使得电弧增材得到的产品容易产生裂纹。

发明内容

本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此，本发明提出一种电弧增材设备、电弧增材设备的控制方法和存储介质，能够减弱增材过程中工件所积累的热应力，并在增材完成后进一步削弱工件中的残余应力。

第一方面，本发明提供一种电弧增材设备，包括：

增材焊枪，用于熔化丝材以对待加工的工件进行增材；

机械振动装置，设置于所述工件下方；

超声辅助装置，设置于所述增材焊枪的侧方；

控制装置，所述控制装置与所述增材焊枪、所述机械振动装置以及所述超声辅助装置电连接，所述控制装置用于控制所述超声辅助装置在所述增材焊枪下方形成超声场并在所述增材焊枪对待增材位置焊接时，分别在所述增材焊枪焊接过程以及结束时控制所述机械振动装置在不同模式下进行机械振动。

根据本发明第一方面提供的电弧增材设备的控制方法，至少具有如下有益效果：电弧增材设备包括增材焊枪、机械振动装置、超声辅助装置和控制装置，控制装置控制超声辅助装置在增材焊枪下方形成超声场，在增材焊枪对待增材位置焊接时，控制装置分别在增材焊枪焊接过程以及结束时控制机械振动装置在不同模式下进行机械振动，在增材焊枪焊接过程中，机械振动能够减少热应力的积累，在增材焊枪结束工作后，另一模式的机械振动产生的应力

与工件中的残余应力相叠加，能够进一步对工件中残留的应力进行削弱，两种不同模式的机械振动相互配合，能够较大程度地减少工件中的应力，减少了电弧增材产品的裂纹的产生，使得产品质量得到提高。

根据本发明第一方面的一些实施例，所述电弧增材设备还包括变频控制柜和电动缸，所述变频控制柜的信号发射端与所述机械振动装置连接，所述电动缸的驱动端与所述机械振动装置连接，所述变频控制柜与所述电动缸均与所述控制装置电连接。

根据本发明第一方面的一些实施例，所述机械振动装置包括至少一组电机和振动器，所述电机与所述振动器、所述变频控制柜的信号发射端连接，所述振动器的另一端与所述工件连接。

根据本发明第一方面的一些实施例，所述振动器与所述工件之间设置有成型台。

第二方面，本发明提供一种电弧增材设备的控制方法，所述电弧增材设备包括增材焊枪、机械振动装置和超声辅助装置，所述超声辅助装置设置于所述增材焊枪的侧方，所述控制方法包括：

获取增材指令；

根据所述增材指令，控制所述超声辅助装置发射超声波，使得所述增材焊枪下方形成超声场；

控制所述超声场沿工件的待增材位置移动；

在所述增材焊枪焊接工件的过程中，控制所述机械振动装置按照第一模式对所述工件进行机械振动；

在所述增材焊枪焊接完成后，控制所述机械振动装置按照第二模式对所述工件进行机械振动，其中，所述第二模式的机械振动参数与所述第一模式的机械振动参数不同。

由于第二方面提供的电弧增材设备的控制方法应用于第一方面任一项所述的电弧增材设备，因此具有本发明第一方面的有益效果。

根据本发明第二方面的一些实施例，所述机械振动参数包括频率和振幅，所述第二模式的频率小于所述第一模式，所述第二模式的振幅大于所述第一模式。

根据本发明第二方面的一些实施例，所述电弧增材设备还包括变频控制柜和电动缸，所述控制所述机械振动装置按照第一模式对所述工件进行机械振动，包括：

控制所述变频控制柜调整所述机械振动装置进行机械振动的频率为第一频率，其中，所述第一频率为所述第一模式的频率；

通过所述电动缸调整所述机械振动装置进行机械振动的振幅为第一振幅，其中，所述第

一振幅为所述第一模式的振幅；

所述控制所述机械振动装置按照第二模式对所述工件进行机械振动，包括：

控制所述变频控制柜调整所述机械振动装置进行机械振动的频率为第二频率，其中，所述第二频率为所述第二模式的频率；

通过所述电动缸调整所述机械振动装置进行机械振动的振幅为第二振幅，其中，所述第二振幅为所述第二模式的振幅。

根据本发明第二方面的一些实施例，所述第一频率的范围为 100 赫兹至 150 赫兹，所述第一振幅的范围为 50 微米至 80 微米。

根据本发明第二方面的一些实施例，所述第二频率的范围为 20 赫兹至 50 赫兹，所述第二振幅的范围为 100 微米至 200 微米，且所述第二模式的机械振动持续时间为 30 秒至 60 秒。

第三方面，本发明提供一种计算机存储介质，包括存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于执行如本发明第一方面所述的电弧增材设备的控制方法。

由于第三方面的计算机存储介质可执行第二方面任一项所述的电弧增材设备的控制方法，因此具有本发明第一方面的有益效果。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例或相关技术描述中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申请实施例的一些实施例，对于本领域普通技术人员来说，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是本申请实施例提供的电弧增材设备的结构框图；

图 2 是本申请实施例提供的电弧增材设备的结构示意图；

图 3 是本申请实施例提供的电弧增材设备的机械振动装置的结构示意图；

图 4 是本申请实施例提供的电弧增材设备的控制方法的主要步骤图；

图 5 是本申请实施例提供的电弧增材设备的控制方法的第一模式的机械振动调整的步骤图；

图 6 是本申请实施例提供的电弧增材设备的控制方法的第二模式的机械振动调整的步骤图。

附图标记：电弧增材设备 100；增材焊枪 110；机械振动装置 120；电机 121；振动器 122；联轴器 123；凸轮轴 124；滑块 125；超声辅助装置 130；超声波发生器 131；超声波换能器 132；变幅杆 133；控制装置 140；工控机 141；变频控制柜 150；电动缸 160；法兰 161；成

型台 171；基板 172；工件 173；送丝机 174；焊机 175；气瓶 176。

具体实施方式

以下描述中，为了说明而不是为了限定，提出了诸如特定系统结构、技术之类的具体细节，以便透彻理解本申请实施例。然而，本领域的技术人员应当清楚，在没有这些具体细节的其它实施例中也可以实现本申请实施例。在其它情况中，省略对众所周知的系统、装置、电路以及方法的详细说明，以免不必要的细节妨碍本申请实施例的描述。

需要说明的是，虽然在流程图中示出了逻辑顺序，但是在某些情况下，可以以不同于流程图中的顺序执行所示出或描述的步骤。说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。

还应当理解，在本申请实施例说明书中描述的参考“一个实施例”或“一些实施例”等意味着在本申请实施例的一个或多个实施例中包括结合该实施例描述的特定特征、结构或特点。由此，在本说明书中的不同之处出现的语句“在一个实施例中”、“在一些实施例中”、“在其他一些实施例中”、“在另外一些实施例中”等不是必然都参考相同的实施例，而是意味着“一个或多个但不是所有的实施例”，除非是以其他方式另外特别强调。术语“包括”、“包含”、“具有”及它们的变形都意味着“包括但不限于”，除非是以其他方式另外特别强调。

在本申请的描述中，大于、小于、超过等理解为不包括本数，以上、以下、以内等理解为包括本数。如果有描述到第一、第二只是用于区分技术特征为目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量或者隐含指明所指示的技术特征的先后关系。需要理解的是，涉及到方位描述，例如上、下、前、后、左、右等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。

增材制造技术是一项革命性的制造技术，它颠覆了传统的减材制造方式，尤其金属增材制造，作为一项革命性、先进性制造技术，广泛应用于航空航天、生物医疗、工业模具和动力能源等相关领域。目前金属增材技术主要分为激光增材和电弧增材，其中，激光增材具有成型效果好，精度高等优点，但其制造的工件尺寸较小，成型速度较慢，所以目前只用来制造比较精密的工件；电弧增材制造技术是通过电弧熔化丝材，并根据产品三维模型将熔融金属按线-面-体逐层堆积、凝固成形出金属部件的工艺。电弧增材制造技术可实现大尺寸的工件制造，并且其制造速度远超过激光增材，然而应用于电弧增材工艺的制造设备精度较低，

制件表面粗糙度较大，制造过程热输入大，产品加工应力较大，易产生裂纹等。

基于此，本申请实施例提供了一种电弧增材设备、电弧增材设备的控制方法和存储介质，本申请实施例提供的电弧增材设备的控制方法通过在增材焊枪的工作过程中和增材焊枪工作结束后，对工件进行两种不同模式的机械振动，较大程度地减少了工件中的应力，减少了电弧增材产品的裂纹的产生，使得产品质量得到提高。

下面结合附图，对本申请实施例作进一步阐述。

参照图 1，图 1 是本申请实施例提供的电弧增材设备 100 的结构框图。在图 1 的实例中，电弧增材设备 100 包括增材焊枪 110、机械振动装置 120、超声辅助装置 130 和控制装置 140。

其中，增材焊枪 110 用于熔化丝材并对待加工的工件 173 进行增材。

机械振动装置 120 设置于工件 173 下方，机械振动装置 120 用于对工件 173 机械振动。

超声辅助装置 130 设置于增材焊枪 110 的侧方，超声辅助装置 130 用于对丝材的熔滴过渡过程进行调整，并对丝材熔化所形成的熔池具有一定的搅拌作用。

控制装置 140 分别与增材焊枪 110、机械振动装置 120、超声辅助装置 130 电连接，控制装置 140 用于控制超声辅助装置 130 在增材焊枪 110 下方形成超声场并在增材焊枪 110 对待增材位置焊接时，分别在增材焊枪 110 焊接过程以及结束时控制机械振动装置 120 在不同模式下进行机械振动。

需要说明的是，参照图 2，本申请实施例中的控制装置 140 为工控机 141。

在本实施例中，增材焊枪 110 熔化丝材以对待加工的工件 173 进行增材，控制装置 140 控制超声辅助装置 130 在增材过程中发射超声波至丝材熔化处，即增材焊枪 110 下方，对丝材的熔滴过渡过程进行调整，并对丝材熔化所形成的熔池具有一定的搅拌作用，此外，控制装置 140 分别在增材焊枪 110 焊接过程以及结束时控制机械振动装置 120 在不同模式下对工件 173 进行机械振动。在增材焊枪 110 位于工作状态时，机械振动能够减少热应力的积累，在增材焊枪 110 结束工作后，另一模式的机械振动产生的应力与工件 173 中的残余应力相叠加，能够进一步对工件 173 中残留的应力进行削弱，两种不同模式的机械振动相互配合，能够较大程度地减少工件 173 中的应力，减少了电弧增材产品的裂纹的产生，使得产品质量得到提高。

可以理解的是，工件 173 与超声辅助装置 130 之间设置有基板 172，工件 173 通常放置在基板 172 上，增材焊接工作过程也在基板 172 上进行。

可以理解的是，参照图 2，电弧增材设备 100 还包括变频控制柜 150 和电动缸 160，变频控制柜 150 的信号发射端与机械振动装置 120 连接，电动缸 160 的驱动端与机械振动装置 120

连接，变频控制柜 150 与电动缸 160 均与控制装置 140 电连接。

需要说明的是，控制装置 140 根据获取到的增材焊枪 110 的工作状态，控制变频控制柜 150 调整机械振动的频率，并通过电动缸 160 调整机械振动的振幅。

需要说明的是，通过变频控制柜 150 能够对电机 121 的转速进行调节，进而对振动器 122 与工件 173 之间机械振动的频率。

需要说明的是，参照图 2，电动缸 160 设置于机械振动装置 120 下方，电动缸 160 用于调节机械振动装置 120 与工件 173 的距离。

需要说明的是，参照图 2 和图 3，机械振动装置 120 设置于电动缸 160 的法兰 161 上，通过电动缸 160 的上下移动，能够对机械振动装置 120 与工件 173 之间的距离进行调整，进而对机械振动的幅度进行调整。

可以理解的是，参照图 2 和图 3，机械振动装置 120 包括至少一组电机 121 和振动器 122，电机 121 与振动器 122、变频控制柜 150 的信号发射端连接，振动器 122 的另一端与工件 173 连接。

需要说明的是，电机 121 和振动器 122 的数量不受限制，其具体数量的设置需要使得机械振动装置 120 产生的机械振动能够均匀覆盖整个工件 173。另外，由于工件 173 设置于基板 172 上，电机 121 和振动器 122 的数量还受基板 172 长度的限制。

需要说明的是，参照图 3，电机 121 与振动器 122 之间通过联轴器 123 连接，且振动器 122 包括滑块 125 和凸轮轴 124，电机 121 转动从而带动凸轮轴 124 转动，使得固定在凸轮轴 124 上的滑块 125 不断做往复运动，并不断与工件 173 产生碰撞，进而产生机械振动。本申请实施例通过调节电机 121 的转速，从而调节滑块 125 与工件 173 之间碰撞的时间间隔，进而调整机械振动的频率。

可以理解的是，参照图 2，振动器 122 与工件 173 之间设置有成型台 171。

需要说明的是，工件 173 的加工、增材是在基板 172 上进行的，而基板 172 与振动器 122 之间又设置有成型台 171，成型台 171 的设置，使得振动器 122 传递到工件 173 的机械振动得到缓冲，机械振动能够更加均匀地作用于工件 173，最终电弧增材得到的产品各处性质相近，其机械性能得到提高。

可以理解的是，参照图 2，超声辅助装置 130 包括超声波发生器 131 和两个超声波换能器 132，两个超声波换能器 132 相对设置于增材焊枪 110 两侧以增强熔滴过渡处的超声场，超声波发生器 131 的信号发射端与两个超声波换能器 132 连接，且超声波发生器 131 与控制装置 140 连接。

需要说明的是,根据丝材的熔化进程,控制超声波发生器 131 驱动两个超声波换能器 132 发射超声波至丝材熔化处,以使得丝材熔化处形成超声场,以对丝材的熔滴过渡进行调控,进一步增强了增材焊接过程中的稳定性,提高了增材效率和增材质量。同时,超声波换能器 132 发射的部分超声波会进入到熔池中,能够减少增材过程中的气泡,并不断破碎工件 173 中较大的晶粒,使工件 173 中的晶粒不断得到细化。

需要说明的是,根据丝材的熔化进程,超声辅助装置 130 发射的超声波频率范围为 20 千赫兹至 25 千赫兹。

可以理解的是,参照图 2,超声辅助装置 130 还包括两个变幅杆 133,两个变幅杆 133 分别与对应的超声波换能器 132 的发射端连接,且变幅杆 133 的发射端均为内凹弧面。

需要说明的是,变幅杆 133 的设置,有助于超声波换能器 132 所发射的超声波的超声能量的聚集和发射,且变幅杆 133 的发射端为内凹弧面,更加利于超声能量聚集和发射。

需要说明的是,超声波换能器 132 所发射的超声波经变幅杆 133 聚集并发射至丝材熔化处,进一步增强了其形成的超声场,使其对丝材的熔滴过渡进行调控,进一步增强了增材焊接过程中的稳定性,提高了增材效率和增材质量。

可以理解的是,两个超声波换能器 132 均与增材焊枪 110 固定连接。

需要说明的是,两个超声波换能器 132 均与增材焊枪 110 固定连接,使得超声波换能器 132 与增材焊枪 110 之间的相对位置保持不变,超声辅助装置 130 发射的超声波在丝材熔化位置处的参数不变,保证了增材焊接过程的稳定性,有益于提高工件 173 的质量。

可以理解的是,参照图 2,本申请实施例提供的电弧增材设备 100 还包括焊机 175 和送丝机 174,送丝机 174 的一端与增材焊枪 110 通过管道连接,送丝机 174 用于将丝材通过管道传送至增材焊枪 110,送丝机 174 与焊机 175 连接,焊机 175 与控制装置 140 电连接。

需要说明的是,送丝机 174 与增材焊枪 110 通过管道连接,送丝机 174 送出的丝材可以通过管道精准传送至增材焊枪 110 下方,便于后期的增材焊接。焊机 175 主要控制增材焊枪 110 所产生的电弧电流的波形,可以调节电弧电流的峰值电流、脉冲频率、峰值时间、基值电流,此外,焊机 175 还与送丝机 174 连接,能够调节送丝机 174 传送丝材的速度。

可以理解的是,参照图 2,本申请实施例提供的电弧增材设备 100 还包括用于提供惰性气体的气瓶 176,气瓶 176 与增材焊枪 110 连通。

需要说明的是,气瓶 176 与增材焊枪 110 之间可以通过输气管连接,在增材焊枪 110 工作前,打开气瓶 176,将气瓶 176 中的惰性气体传送至增材焊枪 110 处,使惰性气体包裹丝材、熔化后的液滴以及熔池。从焊接开始持续输送保护气体,可以降低熔池冷却时被氧化的

概率，减少出现组织恶化和力学性能下降的问题的概率。

需要说明的是，参照图 1 至图 3，本申请实施例提供的电弧增材设备 100 包括增材焊枪 110、机械振动装置 120、超声辅助装置 130 和控制装置 140，在增材焊枪 110 工作前，开启气瓶 176，使气瓶 176 中的惰性气体传送至增材焊枪 110 处，并且焊机 175 控制送丝机 174 传送丝材至增材焊枪 110 下方，增材焊枪 110 工作，对丝材进行熔化以对待加工的工件 173 进行增材，超声辅助装置 130 通过旁路超声波发生器 131 驱动两个超声波换能器 132 工作，使得两个超声波换能器 132 发射超声波至增材焊枪 110 下方以形成超声场，使其对丝材的熔滴过渡进行调控，进一步增强了增材焊接过程中的稳定性，提高了增材效率和增材质量。同时，超声波换能器 132 发射的部分超声波会进入到熔池中，对熔池起搅拌作用，从而排除熔池中的气泡，同时会破碎熔池凝固过程中颗粒较大的晶粒，不断细化焊缝晶粒，使焊缝力学性能得到提高，增强工件 173 的质量。机械振动装置 120 包括至少一组电机 121 和振动器 122，电机 121 与变频控制柜 150 的信号发射端连接，且电机 121 与振动器 122 连接，振动器 122 的另一端与工件 173 连接，变频控制柜 150 的信号发射端与机械振动装置 120 连接，控制装置 140 根据获取到的增材焊枪 110 的工作状态，控制变频控制柜 150 调整机械振动的频率，即通过变频控制柜 150 调整电机 121 的转速，电机 121 转动从而带动振动器 122 的凸轮轴 124 转动，使得固定在凸轮轴 124 上的滑块 125 不断做往复运动，并不断与工件 173 下方的成型台 171 产生碰撞，进而产生机械振动。本申请实施例通过调节电机 121 的转速，从而调节滑块 125 与工件 173 之间碰撞的时间间隔，进而调整机械振动的频率。机械振动装置 120 设置于电动缸 160 的法兰 161 上，通过电动缸 160 的上下移动，能够对机械振动装置 120 与工件 173 之间的距离进行调整，进而对机械振动的幅度进行调整。控制装置 140 分别在增材焊枪 110 焊接过程以及结束时控制机械振动装置 120 在不同模式下进行机械振动，在增材焊枪 110 焊接过程中，机械振动能够减少热应力的积累，在增材焊枪 110 结束工作后，另一模式的机械振动产生的应力与工件 173 中的残余应力相叠加，能够进一步对工件 173 中残留的应力进行削弱，两种不同模式的机械振动相互配合，能够较大程度地减少工件 173 中的应力，减少了电弧增材产品的裂纹的产生，使得产品质量得到提高。

本申请实施例描述的装置以及应用场景是为了更加清楚的说明本申请实施例的技术方案，并不构成对于本申请实施例提供的技术方案的限定，本领域技术人员可知，随着系统架构的演变和新应用场景的出现，本申请实施例提供的技术方案对于类似的技术问题，同样适用。

本领域技术人员可以理解的是，图 1 至图 3 中示出的装置结构并不构成对本申请实施例的限定，可以包括比图示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者不同的部件布置。

在图 1 至图 3 所示的装置结构中，各个模块可以分别调用其储存的电弧增材设备 100 的控制程序，以执行电弧增材设备 100 的控制方法。

基于上述装置，提出本申请实施例的电弧增材设备 100 的控制方法的各个实施例。

如图 4 所示，图 4 是本申请实施例提供的电弧增材设备 100 的控制方法的主要步骤图，电弧增材设备 100 包括增材焊枪 110、机械振动装置 120 和超声辅助装置 130，该电弧增材设备 100 的控制包括但不限于有以下步骤：

步骤 S100、获取增材指令。

需要说明的是，增材指令来自于电弧增材设备中的控制装置设置，可进行人为设定。

需要说明的是，增材指令与工件 173 一一对应，不同的工件 173，其所需要的电弧增材设备 100 的各个参数不同，则其对应的增材指令不同。

步骤 S200、根据增材指令，控制超声辅助装置发射超声波，使得增材焊枪下方形成超声场。

需要说明的是，在增材焊枪 110 工作前，控制超声辅助装置 130 发射超声波至增材焊枪 110 下方，以形成稳定的超声场，超声辅助装置 130 能够对丝材的熔滴过渡过程进行调控，提高增材效率和增材质量，并且超声辅助装置 130 形成的超声场的一部分能量进入到丝材熔化所形成的熔池中，被熔池吸收，通过超声的搅拌作用减少增材过程中的气泡，并不断破碎工件 173 中较大的晶粒，使工件 173 中的晶粒不断得到细化，提高了增材工件 173 的力学性能和成型质量。

步骤 S300、控制超声场沿工件的待增材位置移动。

需要说明的是，由于超声场形成于增材焊枪 110 的下方，控制超声场沿工件 173 的待增材位置移动，则意味着增材焊枪 110 沿工件 173 的待增材位置移动。

步骤 S400、在增材焊枪焊接工件的过程中，控制机械振动装置按照第一模式对工件 173 进行机械振动。

需要说明的是，增材焊枪 110 焊接工件 173 的过程中，机械振动装置 120 按照第一模式对工件 173 进行机械振动，其作用于介观层面上的工件 173，能够减少工件 173 的形成过程所积累的热应力。

步骤 S500、在增材焊枪焊接完成后，控制机械振动装置按照第二模式对工件进行机械振动，其中，第二模式的机械振动参数与第一模式的机械振动参数不同。

需要说明的是，在增材焊枪 110 结束后，还需要关闭超声辅助装置 130。

需要说明的是，增材焊枪 110 焊接完成后，第一模式的机械振动并不能完全消除工件 173

中的热应力，第二模式的机械振动与第一模式的机械振动的频率、幅度不同，能够进一步削弱工件 173 中残留的应力。

需要说明的是，在增材焊枪 110 工作前，超声辅助装置 130 发射超声波至增材工件 173 下方，以形成稳定的超声场，超声辅助装置 130 通过超声场对丝材的熔滴过渡过程进行调控，提高增材效率和增材质量，并且超声辅助装置 130 形成的超声场的一部分能量进入到丝材熔化所形成的熔池中，被熔池吸收，通过超声的搅拌作用减少增材过程中的气泡，并不断破碎工件 173 中较大的晶粒，使工件 173 中的晶粒不断得到细化，有效提高了电弧增材的质量与增材过程的稳定性。在增材焊枪 110 焊接的过程中，控制机械振动装置 120 按照第一模式对工件 173 进行机械振动，机械振动的振幅较大，其作用于介观层面，能够减少增材过程中热应力的积累，在增材焊枪 110 焊接完成后，控制机械振动装置 120 按照第二模式对工件 173 进行机械振动，第二模式的机械振动参数与第一模式的机械振动参数不同，第二模式的机械振动能够进一步对工件 173 中残留的应力进行削弱，第一模式和第二模式的机械振动相互配合，能够较大程度地减少工件 173 中的应力，减少了电弧增材产品的裂纹的产生，增强了工件 173 的机械性能，使得产品质量得到提高。

可以理解的是，机械振动参数包括频率和振幅，第二模式的频率小于第一模式，第二模式的振幅大于第一模式。

可以理解的是，参照图 5，图 5 是本申请实施例提供的电弧增材设备 100 的控制方法的第一模式的机械振动调整的步骤图，步骤 S400 包括但不限于以下步骤：

步骤 S410、控制变频控制柜调整机械振动装置进行机械振动的频率为第一频率，其中，第一频率为第一模式的频率。

步骤 S420、通过电动缸调整机械振动装置进行机械振动的振幅为第一振幅，其中，第一振幅为第一模式的振幅。

参照图 6，图 6 是本申请实施例提供的电弧增材设备 100 的控制方法的第一模式的机械振动调整的步骤图，步骤 S500 包括但不限于以下步骤：

步骤 S510、控制变频控制柜调整机械振动装置进行机械振动的频率为第二频率，其中，第二频率为第二模式的频率。

步骤 S520、通过电动缸调整机械振动装置进行机械振动的振幅为第二振幅，其中，第二振幅为第二模式的振幅。

需要说明的是，第一模式和第二模式机械振动的频率、振幅各不相同，通过变频控制柜 150 和电动缸 160 能够实现对机械振动的精确调整，使得电弧增材设备 100 的控制更加精确，

便于电弧增材的进行。

需要说明的是，参照图 2，机械振动装置 120 设置于电动缸 160 的法兰 161 上，通过电动缸 160 的上下移动，能够对机械振动装置 120 与工件 173 之间的距离进行调整，进而对机械振动的幅度进行调整。

可以理解的是，参照图 2，机械振动装置 120 包括至少一组电机 121 和振动器 122，电机 121 与振动器 122 连接，变频控制柜 150 向电机 121 发送变频信号，根据变频信号，对电机 121 的转速调节，以实现对振动器 122 与工件 173 之间机械振动的频率进行调节。

需要说明的是，通过变频控制柜 150 能够对电机 121 的转速进行调节，进而对振动器 122 与工件 173 之间机械振动的频率进行调节。

需要说明的是，参照图 2，电机 121 与振动器 122 之间通过联轴器 123 连接，且振动器 122 包括滑块 125 和凸轮轴 124，电机 121 转动从而带动凸轮轴 124 转动，使得固定在凸轮轴 124 上的滑块 125 不断做往复运动，并不断与工件 173 产生碰撞，进而产生机械振动。本申请实施例通过调节电机 121 的转速，从而调节滑块 125 与工件 173 之间碰撞的时间间隔，进而调整机械振动的频率。

需要说明的是，不同工件 173 在增材焊接过程中的性质不同，其能承受的机械振动不同，对于不同的工件 173，第一模式和第二模式的机械振动不同，但都是工件 173 在当前情况下所对应的最佳机械振动。

可以理解的是，第一频率的范围为 100 赫兹至 150 赫兹，第一振幅的范围为 50 微米至 80 微米。

需要说明的是，第一模式的机械振动的频率对应的电机 121 的转速为 6000 转每分钟至 9000 转每分钟。

可以理解的是，第二频率的范围为 20 赫兹至 50 赫兹，第二振幅的范围为 100 微米至 200 微米，且第二模式的机械振动持续时间为 30 秒至 60 秒。

需要说明的是，第二模式的机械振动的频率对应的电机 121 的转速为 1200 转每分钟至 3000 转每分钟。

需要说明的是，当第一频率为 100 赫兹时，第一振幅为 80 微米，第一模式的机械振动的频率对应的电机 121 的转速为 6000 转每分钟，第二频率为 20 赫兹，第二振幅的范围为 200 微米，第二模式的机械振动的频率对应的电机 121 的转速为 1200 转每分钟，第二模式的机械振动持续时间为 60 秒。

需要说明的是，当第一频率为 150 赫兹时，第一振幅为 50 微米，第一模式的机械振动的

频率对应的电机 121 的转速为 1200 转每分钟，第二频率为 50 赫兹，第二振幅的范围为 100 微米，第二模式的机械振动的频率对应的电机 121 的转速为 3000 转每分钟，第二模式的机械振动持续时间为 30 秒。

需要说明的是，当第一频率为 125 赫兹时，第一振幅为 65 微米，第一模式的机械振动的频率对应的电机 121 的转速为 3600 转每分钟，第二频率为 35 赫兹，第二振幅的范围为 150 微米，第二模式的机械振动的频率对应的电机 121 的转速为 2100 转每分钟，第二模式的机械振动持续时间为 45 秒。

需要说明的是，在整个增材焊枪 110 焊接的过程中，第一模式的机械振动持续作用于工件 173，而在增材焊枪 110 焊接结束后，第二模式的机械振动持续 30 秒至 60 秒，以削弱工件 173 中的残余应力。第二模式的机械振动时间设置为 30 秒至 60 秒，在最大程度削弱工件 173 残余应力的同时，能够使得机械振动的能耗最小。

需要说明的是，第一模式与第二模式的机械振动相比，第一模式为高频率、小振幅的机械振动，第二模式为低频率、大振幅的机械振动。

可以理解的是，参照图 5，超声辅助装置 130 包括超声波发生器 131 和两个超声波换能器 132，两个超声波换能器 132 对设置于增材焊枪 110 两侧以增强熔滴过渡处的超声场，超声波发生器 131 的信号发射端与两个超声波换能器 132 连接。超声波发生器 131 驱动两个超声波换能器 132 发射超声波至丝材熔化处以形成超声场。这样的设置使得两个超声波换能器 132 发射超声波至丝材熔化处，形成超声场，使其对丝材的熔滴过渡进行调控，进一步增强了增材焊接过程中的稳定性，提高了增材效率和增材质量。同时，超声波换能器 132 发射的部分超声波会进入到熔池中，通过超声的搅拌作用减少增材过程中的气泡，并不断破碎工件 173 中较大的晶粒，使工件 173 中的晶粒不断得到细化，提高了增材工件 173 的力学性能和成型质量，实现对增材中的工件 173 优化。

可以理解的是，电弧增材设备 100 还包括焊机 175 和送丝机 174，则本申请实施例提供的电弧增材设备 100 的控制方法还包括控制焊机 175 驱动送丝机 174 传送丝材至增材焊枪 110 下方。

可以理解的是，电弧增材设备 100 还包括气瓶 176，则在增材焊枪 110 开始工作之前，本申请实施例提供的电弧增材设备 100 的控制方法还包括控制气瓶 176 中的惰性气体传送至增材焊枪 110 处。

需要说明的是，本申请实施例提供的电弧增材设备 100 的控制方法首先获取增材指令，并根据增材指令获取待加工工件 173 所对应的丝材，之后根据增材指令，控制超声辅助装置

130 发射超声波至增材焊枪 110 下方，在增材焊枪 110 下方形成稳定的超声场，以对丝材的熔滴过渡进行调节，另外，丝材在熔化过程中形成熔池，超声场部分作用于熔池，对熔池起搅拌作用，能够减少熔池中的气泡并破碎熔池凝固过程中颗粒较大的晶粒，有效提高电弧增材的质量与增材过程的稳定性。在增材焊枪 110 焊接过程中，机械振动装置 120 对工件 173 进行第一模式的机械振动，其作用于介观层面，能够减少增材过程中热应力的积累，在增材焊枪 110 焊接完成后，机械振动装置 120 对工件 173 进行第二模式的机械振动，能够减少削弱工件 173 中的残余应力，第一模式和第二模式的机械振动相互配合，能够较大程度地减少工件 173 中的应力，减少了电弧增材产品的裂纹的产生，使得产品质量得到提高。

本申请实施例还提供一种电子设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，处理器执行计算机程序时如步骤 S100 至步骤 S500 的电弧增材设备 100 的控制方法。

处理器和存储器可以通过总线或者其他方式连接。

存储器作为一种非暂态计算机可读存储介质，可用于存储非暂态软件程序以及非暂态性计算机可执行程序。此外，存储器可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非暂态存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非暂态固态存储器件。在一些实施方式中，存储器可选包括相对于处理器远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至该处理器。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

实现上述实施例的电弧增材设备 100 的控制方法所需的非暂态软件程序以及指令存储在存储器中，当被处理器执行时，执行上述实施例中的电弧增材设备 100 的控制方法，例如，执行以上描述的图 4 中的方法步骤 S100 至 S500。

以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，其中作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

此外，本申请实施例的一个实施例还提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令，该计算机可执行指令被一个处理器或控制器执行，可使得上述处理器执行上述实施例中的电弧增材设备 100 的控制方法，例如，执行以上描述的图 4 中的方法步骤 S100 至 S500、图 5 中的方法步骤 S410 至 S420 以及图 6 中的方法步骤 S510 至步骤 S520。

本领域普通技术人员可以理解，上文中所公开方法中的全部或某些步骤、系统可以被实施为软件、固件、硬件及其适当的组合。某些物理组件或所有物理组件可以被实施为由处理

器，如中央处理器、数字信号处理器或微处理器执行的软件，或者被实施为硬件，或者被实施为集成电路，如专用集成电路。这样的软件可以分布在计算机可读介质上，计算机可读介质可以包括计算机存储介质（或非暂时性介质）和通信介质（或暂时性介质）。如本领域普通技术人员公知的，术语计算机存储介质包括在用于存储信息（诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据）的任何方法或技术中实施的易失性和非易失性、可移除和不可移除介质。计算机存储介质包括但不限于 RAM、ROM、EEPROM、闪存或其他存储器技术、CD-ROM、数字多功能盘（DVD）或其他光盘存储、磁盒、磁带、磁盘存储或其他磁存储装置、或者可以用于存储期望的信息并且可以被计算机访问的任何其他的介质。此外，本领域普通技术人员公知的是，通信介质通常包含计算机可读指令、数据结构、程序模块或者诸如载波或其他传输机制之类的调制数据信号中的其他数据，并且可包括任何信息递送介质。

上面结合附图对本发明实施例作了详细说明，但是本发明不限于上述实施例，在所属技术领域普通技术人员所具备的知识范围内，还可以在不脱离本发明宗旨的前提下作出各种变化。此外，在不冲突的情况下，本发明的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

权 利 要 求 书

1. 一种电弧增材设备，其特征在于，包括：

增材焊枪，用于熔化丝材以对待加工的工件进行增材；

机械振动装置，设置于所述工件下方；

超声辅助装置，设置于所述增材焊枪的侧方；

控制装置，所述控制装置与所述增材焊枪、所述机械振动装置以及所述超声辅助装置电连接，所述控制装置用于控制所述超声辅助装置在所述增材焊枪下方形成超声场并在所述增材焊枪对待增材位置焊接时，分别在所述增材焊枪焊接过程以及结束时控制所述机械振动装置在不同模式下进行机械振动。

2. 根据权利要求1所述的电弧增材设备，其特征在于，所述电弧增材设备还包括变频控制柜和电动缸，所述变频控制柜的信号发射端与所述机械振动装置连接，所述电动缸的驱动端与所述机械振动装置连接，所述变频控制柜与所述电动缸均与所述控制装置电连接。

3. 根据权利要求2所述的电弧增材设备，其特征在于，所述机械振动装置包括至少一组电机和振动器，所述电机与所述振动器、所述变频控制柜的信号发射端连接，所述振动器的另一端与所述工件连接。

4. 根据权利要求3所述的电弧增材设备，其特征在于，所述振动器与所述工件之间设置有成型台。

5. 一种电弧增材设备的控制方法，其特征在于，所述电弧增材设备包括增材焊枪、机械振动装置和超声辅助装置，所述超声辅助装置设置于所述增材焊枪的侧方，所述控制方法包括：

获取增材指令；

根据所述增材指令，控制所述超声辅助装置发射超声波，使得所述增材焊枪下方形成超声场；

控制所述超声场沿工件的待增材位置移动；

在所述增材焊枪焊接工件的过程中，控制所述机械振动装置按照第一模式对所述工件进行机械振动；

在所述增材焊枪焊接完成后，控制所述机械振动装置按照第二模式对所述工件进行机械振动，其中，所述第二模式的机械振动参数与所述第一模式的机械振动参数不同。

6. 根据权利要求5所述的控制方法，其特征在于，所述机械振动参数包括频率和振幅，

所述第二模式的频率小于所述第一模式，所述第二模式的振幅大于所述第一模式。

7. 根据权利要求6所述的控制方法，其特征在于，所述电弧增材设备还包括变频控制柜和电动缸，

所述控制所述机械振动装置按照第一模式对所述工件进行机械振动，包括：

控制所述变频控制柜调整所述机械振动装置进行机械振动的频率为第一频率，其中，所述第一频率为所述第一模式的频率；

通过所述电动缸调整所述机械振动装置进行机械振动的振幅为第一振幅，其中，所述第一振幅为所述第一模式的振幅；

所述控制所述机械振动装置按照第二模式对所述工件进行机械振动，包括：

控制所述变频控制柜调整所述机械振动装置进行机械振动的频率为第二频率，其中，所述第二频率为所述第二模式的频率；

通过所述电动缸调整所述机械振动装置进行机械振动的振幅为第二振幅，其中，所述第二振幅为所述第二模式的振幅。

8. 根据权利要求7所述的控制方法，其特征在于，所述第一频率的范围为100赫兹至150赫兹，所述第一振幅的范围为50微米至80微米。

9. 根据权利要求8所述的控制方法，其特征在于，所述第二频率的范围为20赫兹至50赫兹，所述第二振幅的范围为100微米至200微米，且所述第二模式的机械振动持续时间为30秒至60秒。

10. 一种计算机存储介质，其特征在于，包括存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于执行如权利要求6至9任一项所述的电弧增材设备的控制方法。

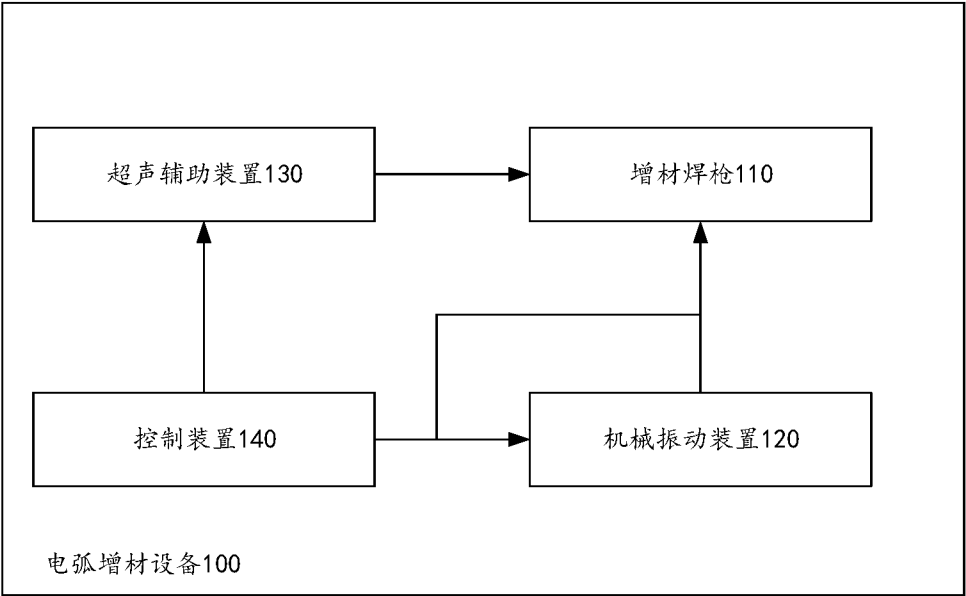


图 1

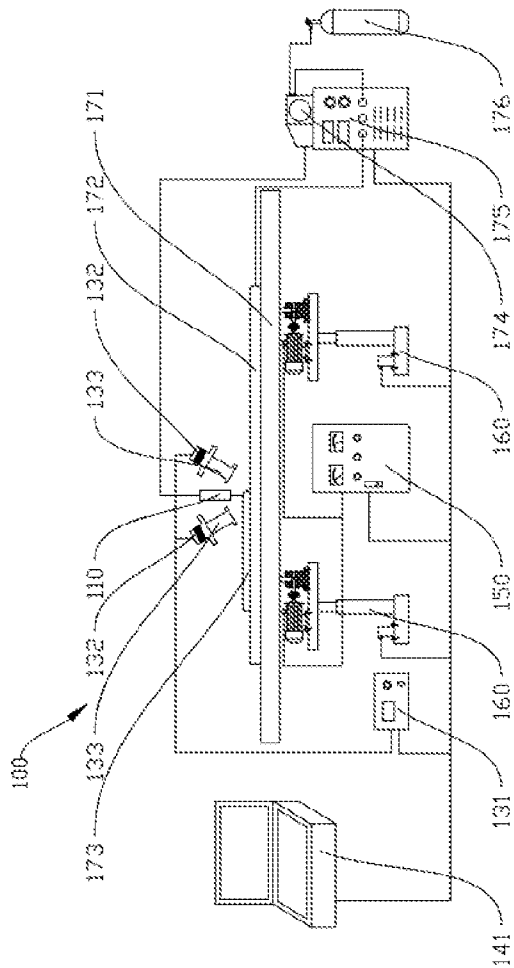


图 2

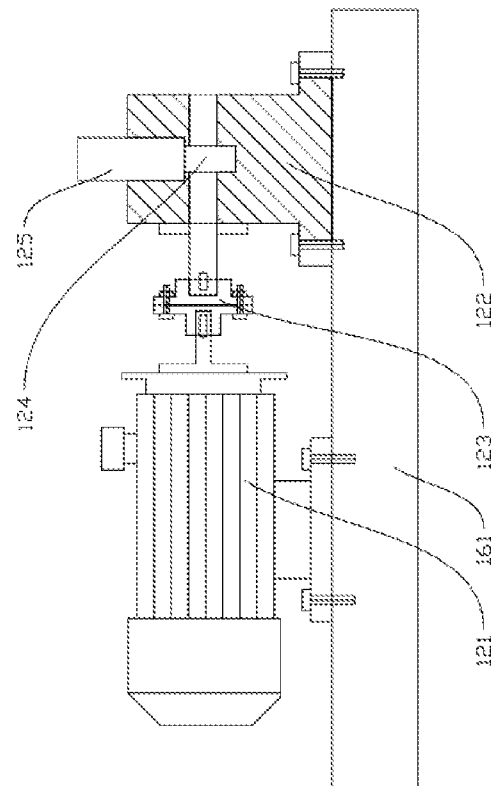


图 3

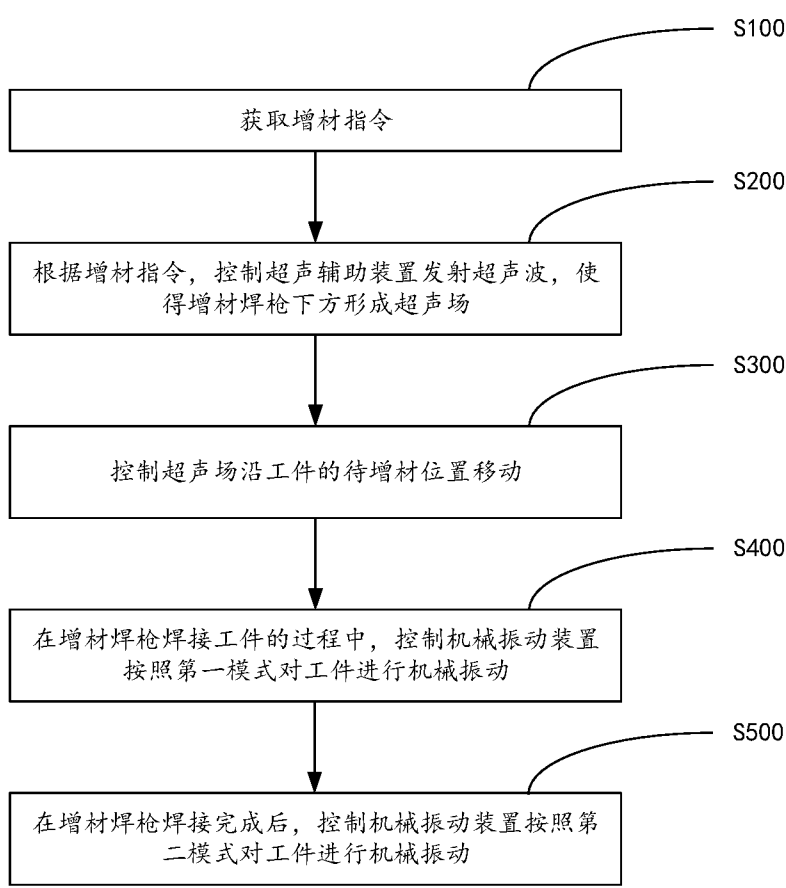


图 4

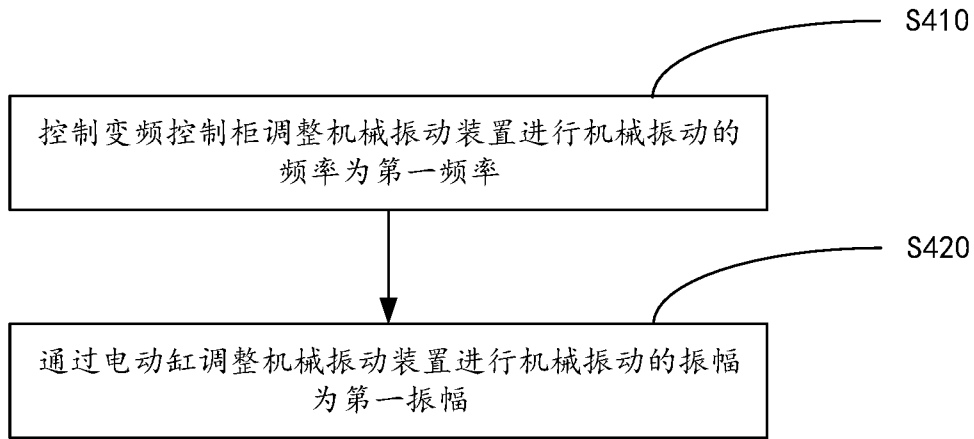


图 5

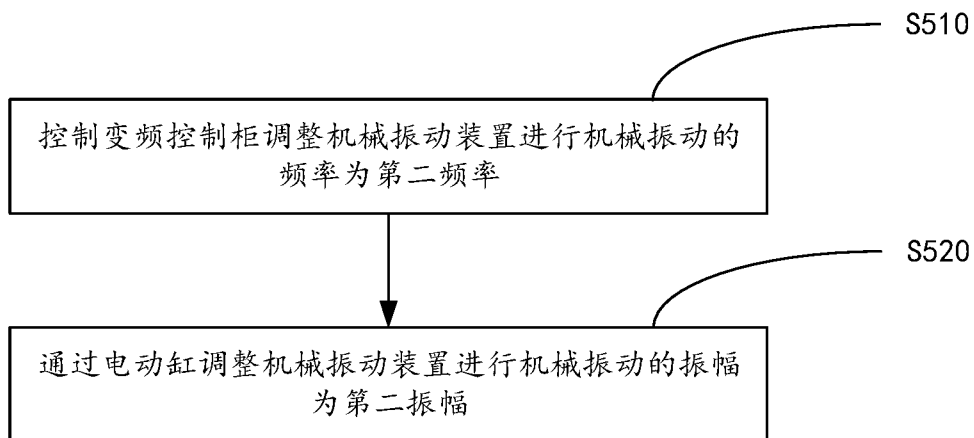


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/100855

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K 9/32(2006.01)i; B33Y 40/00(2020.01)i; B33Y 10/00(2015.01)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)

B23K; B33Y

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)

DWPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 应力, 增材, 3D打印, 残余, 振动, 震动, 第一, 第二, 不同, 频率, 模式, 幅度, 强度, 超声, 搅拌, Stress, Additive, 3D Printing, Residual, Vibrational, Shock, First, Second, Different, Frequency, Mode, Amplitude, Intensity, Ultrasound, Agitation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 112322888 A (SHENYANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 05 February 2021 (2021-02-05) description, paragraphs 0010-0015, and figure 1	1-10
Y	CN 107812942 A (NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY et al.) 20 March 2018 (2018-03-20) description, paragraphs 0035 and 0038	1-10
Y	CN 207873442 U (XI'AN ZHIRONG METAL PRINTING SYSTEM CO., LTD.) 18 September 2018 (2018-09-18) description, paragraphs [0026]-[0029]	1-10
A	US 2015314373 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 05 November 2015 (2015-11-05) entire document	1-10
A	US 2018361727 A1 (THE HONGKONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 20 December 2018 (2018-12-20) entire document	1-10



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
 “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

08 December 2022

Date of mailing of the international search report

20 December 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/100855

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112322888	A	05 February 2021	None			
CN	107812942	A	20 March 2018	None			
CN	207873442	U	18 September 2018	None			
US	2015314373	A1	05 November 2015	US	2020139437	A1	07 May 2020
US	2018361727	A1	20 December 2018	CN	108602122	A	28 September 2018
				HK	1254858	A1	26 July 2019
				WO	2017097252	A1	15 June 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/100855

A. 主题的分类 B23K 9/32 (2006.01) i; B33Y 40/00 (2020.01) i; B33Y 10/00 (2015.01) 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) B23K; B33Y 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)) DWPI, EPDOC, CNPAT, CNKI: 应力, 增材, 3D 打印, 残余, 振动, 震动, 第一, 第二, 不同, 频率, 模式, 幅度, 强度, 超声, 搅拌, Stress, Additive, 3D Printing, Residual, Vibrational, Shock, First, Second, Different, Frequency, Mode, Amplitude, Intensity, Ultrasound, Agitation				
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 112322888 A (沈阳工业大学) 2021年2月5日 (2021 - 02 - 05) 说明书第0010-0015段, 图1	1-10		
Y	CN 107812942 A (西北工业大学等) 2018年3月20日 (2018 - 03 - 20) 说明书第0035, 0038段	1-10		
Y	CN 207873442 U (西安智熔金属打印系统有限公司) 2018年9月18日 (2018 - 09 - 18) 说明书第0026-0029段	1-10		
A	US 2015314373 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 2015年11月5日 (2015 - 11 - 05) 全文	1-10		
A	US 2018361727 A1 (THE HONG KONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 2018年12月20日 (2018 - 12 - 20) 全文	1-10		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。				
<table><tr><td>* 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 “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) “O” 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</td><td>“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</td></tr></table>			* 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 “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) “O” 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
* 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 “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) “O” 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 2022年12月8日		国际检索报告邮寄日期 2022年12月20日		
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 贺秀莲 电话号码 86-(10)-53961668		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/100855

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	112322888	A	2021年2月5日	无			
CN	107812942	A	2018年3月20日	无			
CN	207873442	U	2018年9月18日	无			
US	2015314373	A1	2015年11月5日	US	2020139437	A1	2020年5月7日
US	2018361727	A1	2018年12月20日	CN	108602122	A	2018年9月28日
				HK	1254858	A1	2019年7月26日
				WO	2017097252	A1	2017年6月15日