(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
2022 年 3 月 3 日 (03.03.2022)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2022/041993 A1

(51) 国际专利分类号:
C22C 38/02 (2006.01) *B22F 3/10* (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01) *B22F 3/22* (2006.01)
C22C 38/44 (2006.01) *B22F 3/24* (2006.01)
C22C 38/48 (2006.01) *G09F 9/30* (2006.01)
C22C 38/52 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/102352

(22) 国际申请日: 2021 年 6 月 25 日 (25.06.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010858216.7 2020年8月24日 (24.08.2020) CN
202110134557.4 2021年1月30日 (30.01.2021) CN

(71) 申请人: 华为技术有限公司 (**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 深圳艾利佳材料科技有限公司 (**SHENZHEN ELEMENTPLUS MATERIAL TECHNOLOGY CO., LTD**) [CN/CN]; 中国广东省深圳市光明新区光明街道白花园路创轩工业园B栋, Guangdong 518107 (CN)。

(72) 发明人: 徐小明 (**XU, Xiaoming**); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 蔡明 (**CAI, Ming**); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 袁伟 (**YUAN, Wei**); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 吕永虎 (**LV, Yonghu**); 中国广东省深圳市光明新区光明街道白花园路创轩工业园B栋, Guangdong 518107 (CN)。 莫畏 (**MO, Wei**); 中国

(54) **Title:** STEEL, STEEL STRUCTURAL MEMBER, ELECTRONIC DEVICE, STEEL STRUCTURAL MEMBER PREPARATION METHOD

(54) **发明名称:** 钢、钢结构件、电子设备及钢结构件的制备方法

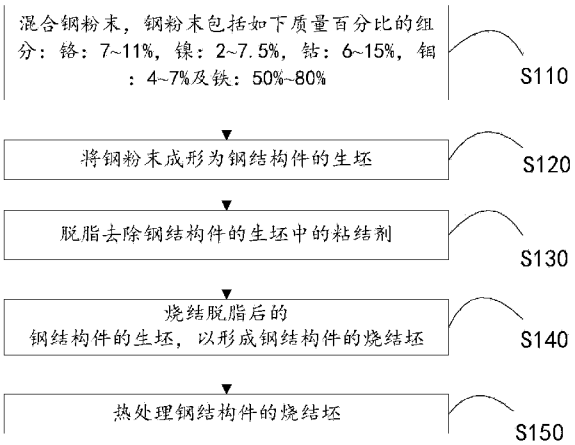


图 3

S110 Mixed steel powder, powder comprising following components by mass percentage: chromium: 7%-11%; nickel: 2%-7.5%; cobalt: 6%-15%; molybdenum: 4%-7%; and iron: 50%-80%
S120 Form steel powder into steel structural member blank
S130 Debind and remove adhesive in steel structural member blank
S140 Sinter debound structural member blank to form steel structural member sintered blank
S150 Thermally treat steel structural member sintered blank

(57) **Abstract:** The present application provides a steel, steel structural member, electronic device, steel structural member preparation method. The steel comprises the following components by mass percentage: chromium: 7% – 11%; nickel: 2% – 7.5%; cobalt: 6%–15%; molybdenum: 4%–7%; oxygen: trace amounts to 0.4%; carbon: trace amounts to 0.35%; and iron: 50%–80%. The steel provided by the present application has higher mechanical strength and is not easily deformed, and the risk of falling from a high place of an electronic device using the described steel is reduced.

WO 2022/041993 A1

[见续页]

广东省深圳市光明新区光明街道白花园路创轩工业园B栋, Guangdong 518107 (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, IR, IS, IT, 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。

(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, 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)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：本申请提供一种钢、钢结构件、电子设备及钢结构件的制备方法。钢包括如下质量百分比的组分：铬：7%～11%，镍：2%～7.5%，钴：6%～15%，钼：4%～7%，氧：痕量～0.4%，碳：痕量～0.35%以及铁：50%～80%。本申请提供的钢具有较强的机械强度，不易变形，降低了采用此钢的电子设备自高处跌落断裂的风险。

钢、钢结构件、电子设备及钢结构件的制备方法

相关申请的交叉引用

本申请要求在2020年08月24日提交中国专利局、申请号为202010858216.7、申请名称为“钢、钢结构件、电子设备及钢结构件的制备方法”的中国专利申请的优先权，以及在2021年01月30日提交中国专利局、申请号为202110134557.4、申请名称为“钢、钢结构件、电子设备及钢结构件的制备方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及钢技术领域，尤其涉及一种钢、钢结构件、电子设备及钢结构件的制备方法。

背景技术

当前，手机、平板、电脑等电子设备大量使用钢结构件，例如折叠手机中的转轴组件采用钢结构件，以承受一定的作用力且不易形变。然而，传统技术中，折叠手机中的转轴组件采用的钢结构件的强度有限，电子设备自高处跌落时，钢结构件容易断裂，影响了电子设备的质量。

发明内容

本申请提供一种结构强度较高的钢，降低了应用此钢的电子设备在跌落过程中钢断裂的风险，从而提高了电子设备的质量。本申请还提供一种钢结构件、钢结构件的制备方法及包括此钢结构件的电子设备。

第一方面，本申请提供一种钢。钢包括如下质量百分比的组分：

铬：7%~11%，镍：2%~7.5%，钴：6%~15%，钼：4%~7%，氧：痕量~0.4%，碳：痕量~0.35%及铁：50%~80%。

铬对钢的耐腐蚀性起着决定性作用。在本申请实施例中，铬的质量百分比小于或等于11%，避免了铬含量过高钢结构件形成铁素体，而导致钢结构件的强度较低；同时，铬的质量百分比大于或等于 7%，避免了铬含量过低而降低钢的 Ms 点，抑制 Laves 相的析出，从而导致钢结构件的强度降低。Laves 相是一种化学式主要为 AB2 型的密排立方或六方结构的金属间化合物。其中，Laves 相在钢材中是一种第二相，当第二相以细小弥散的微粒均匀分布于基体相中时，将会产生显著的强化作用，这种强化作用称为第二相强化。

镍是钢中重要的奥氏体稳定元素，也是钢中重要的韧性化元素。在本申请实施例中，镍的质量百分比大于或等于 2%，提高了钢结构件中马氏体组织的抗解理断裂能力，保证了钢结构件有足够的韧性；同时，镍的质量百分比小于或等于 7.5%，避免过多的镍存在而导致在淬火处理过程中抑制奥氏体转变为马氏体，从而提高钢结构件的强度。

钴元素在制备钢的过程中促进了奥氏体的形成，有利于提高钢结构件的韧性；同时，

钴可以延缓马氏体位错亚结构的回复，保持马氏体板条的高位错密度，促进析出相的形成。钴作为奥氏体稳定元素，当其含量过高时，会导致合金中形成稳定的奥氏体，在淬火过程中无法转变为马氏体，阻碍基体获得高的强度。钴元素含量定义为 6~15%。

钼元素能够促进强化相的形成，如 Laves 相、碳化钼等，从而增加了钢结构件的强度。同时，钼是铁素体稳定元素，过高的钼会导致合金中生成过多的奥氏体，进而转变成稳定的铁素体，导致基体强度降低。其含量定义为 4~7%。

碳元素是钢中最常见的元素之一，是奥氏体稳定元素之一。同时，也能提高钢的淬透性。在 Fe-Cr-Ni-Co-Mo 体系中，还能生成 MC（如：Mo2C、W2C）碳化物，增加基体强度。过多的碳会与基体中的铬结合形成一系列复杂的碳化物，导致组织难以控制。因此，碳含量定义为小于或等于 0.35%。

在本申请实施例中，通过限定钢中各组分的质量百分比，钢能够依赖于 Fe-Co-Ni-Cr-Mo 相、Fe-Co-Cr-Mo 相及碳化物（如：Mo2C、W2C）实现强化，使得钢同时具有高强度及高韧性的特性，使得钢在高强度作用力下不易发生形变或断裂。

其中，钢中各组分的质量百分比不同，强化相的成分也有所区别，也即形成的 Fe-Co-Ni-Cr-Mo 相、Fe-Co-Cr-Mo 相或碳化物有区别。强化相可以是但不仅限于(Fe, Co, Ni)17 Cr8Mo18，(Fe, Co)15 Cr8Mo4 或(Fe, Co)16 Cr8Mo18 等。

在一些实施例中，钢的屈服强度大于或等于 1300Mpa，并且延伸率大于或等于 3%。

在本申请实施例中，钢的屈服强度大于或等于 1300Mpa，并且延伸率大于或等于 3%，以降低应用此钢的电子设备在跌落过程中钢结构件断裂失效的风险；与此同时，钢的强度较大，采用此钢的钢结构件无需通过增加厚度来保证钢结构件的可靠性，有利于钢结构件的小型化，从而有利于电子设备的小型化。

在一些实施例中，钢的屈服强度小于或等于 2000Mpa。延伸率小于或等于 12%。

可以理解的，钢的屈服强度越大，延伸率越大，钢的制备方法越困难。在本申请实施例中，钢的屈服强度小于或等于 2000Mpa，且延伸率小于或等于 12%，在保证钢具有较强机械强度的同时，降低了钢制备方法的难度，从而有利于减小钢的生产成本。

在一些实施例中，所述钢还包括硅和锰，所述硅的质量百分比为痕量~0.5%，所述锰的质量百分比为痕量~0.5%。

硅可以在钢粉末的制备过程中，作为熔融钢液的脱氧剂使用，同时还能增加钢液的流动性。同时，少量的硅保留在基体中，可以以氧化物夹杂的形式存在，提高基体强度。其含量定义为痕量~0.5%。

锰元素在钢中具有脱氧脱硫的效果，在钢粉末制备过程中，可以去除钢液中的氧和硫，同时也是保证淬透性的元素。与硅元素的作用类似，当锰含量过高时，会显著降低钢的韧性，因此，本申请控制锰含量为痕量~0.5%。

在本申请实施例中，钢结构件还包括硅和锰，且硅或锰的质量百分比在痕量~0.5%，以有效增加钢结构件的强度。

在一些实施例中，所述铬的质量百分比为 7%~9%，所述钴的质量百分比为 7%~14%。

在一些实施例中，所述钢还包括铌，所述铌的质量百分比为痕量~1%。

其中，铌可以固溶在钢中，造成晶格的点阵畸变，从而起到固溶强化的作用，同时还是碳化物形成元素，能起到细化晶粒和沉淀强化作用。

在本申请实施例中，钢结构件还包括铌，钢结构件能够形成铌化铁（Fe2Nb）和碳化

铌（NbC），形成的铌化铁和碳化铌增加了钢结构件的强度。并且，铌的质量百分比小于或等于 1%，避免铌的含量过高导致脆性相沿晶界析出，从而有利于提高钢结构的强度及韧性。

在一些实施例中，所述钢还包括钽，所述钽的质量百分比为痕量~2%。

在一些实施例中，所述钢还同时包括钽和铌，其中，所述钽的质量百分比与所述铌的质量百分比的比例为：1~2:1，所述钽的质量百分比加上所述铌的质量百分比为痕量~1.5%

在一些实施例中，所述钢还包括钨，所述钨的质量百分比为痕量~2%。示例性的，钢结构件包括如下质量百分比的组分：铬：7%~11%，镍：2%~7.5%，钴：6%~15%，钼：4%~7%，氧：痕量~0.4%，碳：痕量~0.35%；钨：痕量~2%，余量为铁及不可避免的杂质。

钨元素不仅能够促进强化相的形成，如 Laves 相、碳化钨等，从而增加了钢结构件的强度，而且钨元素也可以延缓过时效，保证工艺稳定性。在一些实施例中，在制备钢结构件的过程中，钨与钼同时添加。

在本申请实施例中，钨的质量百分比小于或等于 2%，由于钨二次硬化的效果较弱，避免加入过多的钨而影响钢结构件的强度及韧性。

在其他一些实施例中，钢结构件还包括铌和钨。示例性的，钢结构件包括如下质量百分比的组分：铬：7%~11%，镍：2%~7.5%，钴：6%~15%，钼：4~7%，氧：痕量~0.4%，碳：痕量~0.35%；铌：痕量~1%；钨：痕量~2%，余量为铁及不可避免的杂质。

在另一实施例中，所述钢还包括硼，所述硼的百分比为痕量~0.01%。硼也可以细化晶粒，使得材料的韧性和强度提升。

在另一实施例中，所述钢还包括稀土元素，所述稀土元素的质量百分比为：痕量~0.5%。稀土元素可以起到净化晶界、细化晶粒的作用，提高钢材料的强韧度，改善其在烧结过程中的致密度等。

在另一实施例中，所述钢还包括其他元素，所述其他元素包括氮、铼、铜、铝、钛、硫、磷、氢、锆、镁、钙、钇、钒、铕以及锌中的一种或多种，所述其他元素的质量百分比≤1%。

第二方面，本申请提供一种钢结构件。钢结构件采用的材料包括如上所述的钢。

在本申请实施例中，钢结构件采用的材料包括如上所述的钢，使得钢结构件的强度加大，此钢结构件无需通过增加钢结构件的厚度来进一步地保证钢结构件的可靠性，有利于钢结构件的小型化，从而有利于应用此钢结构件的电子设备的小型化。

第三方面，本申请提供一种钢结构件的制备方法。钢结构件的制备方法包括：

将钢粉末成形为钢结构件的生坯，所述钢粉末包括如下质量百分比的组分：铬：7%~11%，镍：2%~7.5%，钴：6%~15%，钼：4%~7%及铁：50%~80%；

烧结所述钢结构件的生坯，以形成钢结构件的烧结坯；以及

热处理所述钢结构件的烧结坯。

其中，在将钢粉末成形为钢结构件的生坯之前，钢结构件的制备方法还包括：混合均匀钢粉末，以使成形的钢结构件的生坯均匀化。

在本申请实施例中，采用本申请提供的钢结构件的制备方法成形的钢结构件，具有屈服强度大于或等于 1300Mpa，并且延伸率大于或等于 3%的特性，也即形成的钢结构件同时具有高强度及高韧性的特性，使得钢结构件在高强度作用力下不易发生形变或断裂。

并且，采用本申请提供的钢结构件的制备方法成形的钢结构件，能够一次有效地获得

三维复杂精密的钢结构件，相比于传统机械加工，例如计算机数字控制机床（computerised numerical control machine，CNC）成形复杂精密的钢结构件无需额外加工，提高了制备复杂精密的钢结构件的生产效率，降低了制备钢结构件的成本，有利于钢结构件的大规模生产。

在一些实施方式中，通过雾化方式制备成具有一定粒度要求的钢粉末颗粒。其中，钢粉末颗粒粒径较小，以利于钢结构件的成形工艺。示例性的，钢粉末中至少90%的钢粉末的粒径小于或等于35μm，至多10%的钢粉末的粒径小于或等于4.5μm。其中，50%的钢粉末的粒径在5μm至15μm的范围内。

在本申请实施例中，90%钢粉末的粒径小于或等于35μm，避免钢粉末的粒径过大，而不利于后续钢粉末的成形；同时，至多10%的钢粉末的粒径小于或等于4.5μm，避免钢粉末的粒径过小，而不利于后续钢粉末的成形。

其中，在一些实施例中，所述钢粉末还包括硅和锰，所述硅的质量百分比为痕量~0.5%，所述锰的质量百分比为痕量~0.5%。

硅可以在钢粉末的制备过程中，作为熔融钢液的脱氧剂使用，同时还能增加钢液的流动性。同时，少量的硅保留在基体中，可以以氧化物夹杂的形式存在，提高基体强度。其含量定义为痕量~0.5%。

锰元素在钢中具有脱氧脱硫的效果，在钢粉末制备过程中，可以去除钢液中的氧和硫，同时也是保证淬透性的元素。与硅元素的作用类似，当锰含量过高时，会显著降低钢的韧性，因此，本申请控制锰含量为痕量~0.5%。

在本申请实施例中，钢结构件还包括硅和锰，且硅或锰的质量百分比在痕量~0.5%，以有效增加钢结构件的强度。

在一些实施例中，所述钢粉末还包括铌，所述铌的质量百分比为痕量~1%。

铌可以固溶在钢中，造成晶格的点阵畸变，从而起到固溶强化的作用，同时还是碳化物形成元素，能起到细化晶粒和沉淀强化作用。

在本申请实施例中，钢结构件还包括铌，钢结构件能够形成铌化铁（Fe2Nb）和碳化铌（NbC），形成的铌化铁和碳化铌增加了钢结构件的强度。并且，铌的质量百分比小于或等于1%，避免铌的含量过高导致脆性相沿晶界析出，从而有利于提高钢结构的强度及韧性。

在一些实施例中，所述钢还包括钽，所述钽的质量百分比为痕量~2%。

在一些实施例中，所述钢还同时包括钽和铌，其中，所述钽的质量百分比与所述铌的质量百分比的比例为：1~2:1，所述钽的质量百分比加上所述铌的质量百分比为痕量~1.5%

在另一实施例中，所述钢还包括硼，所述硼的百分比为痕量~0.01%。硼也可以细化晶粒，使得材料的韧性和强度提升。

在另一实施例中，所述钢还包括稀土元素，所述稀土元素的质量百分比为：痕量~0.5%。稀土元素可以起到净化晶界、细化晶粒的作用，提高钢材料的强韧度，改善其在烧结过程中的致密度等。

在另一实施例中，所述钢还包括其他元素，所述其他元素包括氮、铼、铜、铝、钛、硫、磷、氢、锆、镁、钙、钇、钒、铕以及锌中的一种或多种，所述其他元素的质量百分比≤1%，即所有的其他元素加起来要小于等于1%。

在一些实施例中，所述钢粉末还包括钨，所述钨的质量百分比为痕量~2%。

钨元素不仅能够促进强化相的形成，如 Laves 相、碳化钨等，从而增加了钢结构件的强度，而且钨元素也可以延缓过时效，保证工艺稳定性。在一些实施例中，在制备钢结构件的过程中，钨与钼同时添加。

在本申请实施例中，钨的质量百分比小于或等于 2%，由于钨二次硬化的效果较弱，避免加入过多的钨而影响钢结构件的强度及韧性。

在一些实施例中，所述“将钢粉末成形为钢结构件的生坯”包括:

混合所述钢粉末与粘结剂，以形成膏状喂料;

将所述膏状喂料进行造粒，以形成喂料颗粒；以及

将所述喂料颗粒通过压制或注塑方式成形为所述钢结构件的生坯。

在本申请实施例中，通过注塑成形的方式形成钢结构件的生坯，不仅成形效率高、成本低，而且能够一次有效地获得三维复杂精密的钢结构件的生坯，提高了制备复杂精密的钢结构件的生产效率。

并且，在本申请实施例中，钢粉末中混合了粘结剂，使得形成的膏状喂料具有一定的流动性，在压力作用下能够填充复杂形状的模腔，以一次成形复杂精密的钢结构件，提高了复杂精密的钢结构件的生产效率。在本申请实施例中，钢粉末与粘结剂混合，钢粉末具有一定的流动性，减小了或避免了钢结构件的生坯出现裂纹或掉角等缺陷。与此同时，钢粉末与粘结剂混合，成形后的钢结构件的生坯具有一定的强度，自模腔中脱出能够维持形状，减小了或避免了钢结构件的生坯的形变，从而提高了制备钢结构件的成品率。

在本申请实施例中，以将喂料颗粒通过注塑方式成形为钢结构件的生坯，也即通过金属注射成型形成钢结构件的生坯。在其他实施例中，喂料颗粒也可以通过压制方式成形为钢结构件的生坯，本申请对此并不限定。

在一些实施例中，在所述“将所述喂料颗粒通过压制或注塑方式成形为所述钢结构件的生坯”之后，所述“将钢粉末成形为钢结构件的生坯”还包括:

脱脂去除所述钢结构件的生坯中的粘结剂。

在一些实施例中，所述粘结剂包括热塑性粘结剂。

其中，粘结剂采用热塑性粘结剂有利于后续脱脂过程，从而有利于提高制备钢结构件的可靠性。示例性的，粘结剂主要包括聚甲醛（polyformaldehyde，POM）。聚甲醛作为粘结剂的主要成分，其重量百分数大于或等于 80%。

在本申请实施例中，粘结剂采用聚甲醛，基于聚甲醛的强度高，保证了形成的膏状喂料的强度，使得后续通过膏状喂料成形的钢结构件的生坯具有一定的强度，避免了或减小了钢结构件的生坯脱模而造成缺陷。并且，聚甲醛适合于硝酸催化分解，脱脂后的产物为气态，且脱脂效率高，避免后续脱脂过程造成钢结构件的生坯开裂或变形等缺陷。

在一些实施例中，通过催化脱脂的方式去除钢结构件生坯中的粘结剂。催化脱脂去除粘结剂是利用聚合物在特定气氛下可以发生快速降解的特性，使钢结构件的生坯在相应的气氛中发生脱脂，分解粘结剂以去除粘结剂。

在本申请实施例中，通过催化脱脂的方式去除钢结构件的生坯中的粘结剂，不仅能够快速无缺陷的脱脂，而且能够增加脱脂的效率，从而提高制备钢结构件的效率。

可以理解的，粘结剂不仅具有增强流动性以适合注塑成形和维持坯块形状的特征外，粘结剂还具有易于脱除、无污染、无毒性、成本合理等特性，有利于脱脂去除的工艺。

第四方面，本申请还提供一种钢结构件。钢结构件采用如上所述的制备方法成形。

在本申请实施例中，采用本申请提供的钢结构件的制备方法成形的钢结构件，能够一次有效地获得三维复杂精密的钢结构件，相比于传统机械加工成形复杂精密的钢结构件无需额外加工，提高了制备复杂精密的钢结构件的生产效率，降低了制备钢结构件的成本，有利于钢结构件的大规模生产。并且，制备的钢结构件具有屈服强度大于或等于1300Mpa，并且延伸率大于或等于5%的特性，也即形成的钢结构件同时具有高强度及高韧性的特性，使得钢结构件在高强度作用力下不易发生形变或断裂。

第五方面，本申请还提供一种电子设备。电子设备包括如上所述的钢结构件。

在一些实施例中，所述电子设备还包括柔性显示屏及用于承载所述柔性显示屏的折叠装置，所述折叠装置用于带动所述柔性显示屏发生形变；其中，所述折叠装置包括所述钢结构件。

在本申请实施例中，钢结构件应用于电子设备中的折叠装置，降低了电子设备中的钢结构件自高处跌落而断裂的风险，从而减小了柔性显示屏因钢结构件断裂而影响显示画面的现象；同时也避免或减小了折叠装置卡死的风险，从而提高了电子设备的质量。与此同时，钢结构件的强度较大，钢结构件无需通过增加厚度来保证钢结构件的可靠性，有利于折叠装置的小型化，从而有利于电子设备的小型化。

附图说明

为了说明本申请实施例或背景技术中的技术方案，下面将对本申请实施例或背景技术中所需要使用的附图进行说明。

图 1 是本申请实施例提供的电子设备在一种状态下的结构示意图；

图 2 是本申请实施例提供的电子设备在另一种状态下的结构示意图；

图 3 是本申请提供的钢结构件制备方法的流程示意图；

图 4 是图 3 中步骤 S120 的流程示意图。

具体实施方式

下面结合本申请实施例中的附图对本申请实施例进行描述。

请参阅图 1，图 1 是本申请实施例提供的电子设备 100 在一种状态下的结构示意图。电子设备 100 可以是手机、平板电脑、电子阅读器、笔记本电脑、车载设备、可穿戴设备或可卷曲折叠的电子报纸等设备。在本申请实施例中，以电子设备 100 是手机为例来进行描写。

如图 1 所示，在一些实施例中，电子设备 100 包括壳体 10、柔性显示屏 20 及折叠装置 30。折叠装置 30 安装于壳体 10。柔性显示屏 20 用于显示画面。折叠装置 30 用于带动柔性显示屏 20 发生形变。示例性的，折叠装置 30 连接柔性显示屏 20，用于带动柔性显示屏 20 折叠或展开。折叠装置 30 包括转轴，转轴在驱动力的作用下能够转动，以带动柔性显示屏 20 弯折。

本申请并不限定柔性显示屏 20 及折叠装置 30 的种类，本领域技术人员能够根据实际需求选择柔性显示屏 20 及折叠装置 30 的类型。其中，柔性显示屏 20 由柔软的材料制成，是可变型可弯曲的具有显示功能的面板。图 1 中柔性显示屏 20 与折叠装置 30 的形状及厚度仅为示例，本申请并不限定。

请一并参阅图 1 及图 2，图 2 是本申请实施例提供的电子设备 100 在另一种状态下的结构示意图。在驱动力的作用下，折叠装置 30 能够转动，以带动柔性显示屏 20 弯折或展开。如图 1 所示，在一种状态下，电子设备 100 处于展开状态，此时柔性显示屏 20 位于同一平面。如图 2 所示，在另一种状态下，电子设备 100 处于折叠状态，此时柔性显示屏 20 的一部分结构与柔性显示屏 20 的另一部分结构位于不同的平面。本申请提供的电子设备 100 能够根据不同的使用场景对应折叠或展开，电子设备 100 呈现不同的形态，以满足用户不同的需求。

其中，折叠装置 30 包括钢结构件。钢结构件为具有一定外观形状的结构件。示例性的，钢结构件可以是但不仅限于折叠装置 30 中的转轴、齿轮、滑块、滑槽或连杆等复杂受力的结构件。钢结构件具有一定的强度，以保证折叠装置 30 的机械强度，避免折叠装置 30 受力而形变，从而保证电子设备 100 的可靠性。钢结构件采用的材料包括钢。钢结构件可以通过钢粉末一次成形获得，也可以通过板材钢加工成形为具有一定形状的钢结构件，本申请对此并不限定。

传统技术中，折叠装置中的钢结构件在受力较大的情况下容易变形，甚至有断裂的风险，不仅会造成折叠装置卡死，使电子设备无法实现折叠与展开的切换，而且断裂的钢结构件可能顶住柔性显示屏，影响柔性显示屏显示画面，从而影响电子设备的质量。例如，传统技术中，折叠装置中所用的材料为 17-4PH 或 420w，此材料强度不足，且韧性差，电子设备在高处跌落时，折叠装置中的钢结构件容易断裂，影响了电子设备的使用寿命。

基于传统技术中电子设备中的钢结构件存在断裂的风险，本申请提供一种强度较大且延伸率较高的钢结构件，以降低电子设备 100 在跌落过程中钢结构件断裂失效的风险；与此同时，钢结构件的强度较大，钢结构件无需通过增加厚度来保证钢结构件的可靠性，有利于钢结构件的小型化，从而有利于电子设备 100 的小型化。示例性的，本申请提供的钢结构件的屈服强度大于或等于 1300Mpa，延伸率大于或等于 3%。

屈服强度是金属材料发生屈服现象时的屈服极限，也就是抵抗微量塑性变形的应力。可以理解的，钢结构件的屈服强度越大，钢结构件的机械强度越大。延伸率（δ）是描述材料塑性性能的指标。延伸率值试样拉伸断裂后的总变形长度与原长度之比的百分数。

在本申请实施例中，钢结构件的屈服强度大于或等于 1300Mpa，使得采用此钢结构件的折叠装置 30 的机械结构强度较大，减小了或避免了电子设备 100 自高处跌落断裂的风险，提高了折叠装置 30 的可靠性，从而提高了电子设备 100 的质量。

在一些实施例中，钢结构件的屈服强度小于或等于 2000Mpa，且延伸率小于或等于 12%。可以理解的，钢结构件的屈服强度越大，延伸率越大，钢结构件的制备方法越困难。

在本申请实施例中，钢结构件的屈服强度小于或等于 2000Mpa，且延伸率小于或等于 12%，在保证钢结构件具有较强机械强度的同时，降低了钢结构件制备方法的难度，从而有利于减小钢结构件的生产成本。

其中，在本申请实施例中，以钢结构件为电子设备 100 的折叠装置 30 为例来进行描写，在其他实施例中，钢结构件也可以为电子设备 100 中其他形状较复杂的结构件，例如齿轮等，本申请并不限定。

在其他实施例中，钢结构件还可以为电子设备 100 的中框或后盖，本申请对此并不限定。示例性的，钢结构件为电子设备 100 的中框，基于钢结构件的屈服强度较大不易形变，电子设备 100 自高处跌落时，电子设备 100 的中框不易变形，减小了电子设备 100 的外观

发生形变的风险，从而有利于保证电子设备 100 的外观美观。

在一些实施例中，钢结构件包括如下质量百分比的组分：铬（Cr）：7%~11%，镍（Ni）：2%~7.5%，钴（Co）：6%~15%，钼（Mo）：4%~7%，氧（O）：痕量~0.4%，碳（C）：痕量~0.35%及铁：50%~80%。

其中，范围 A~B 表示包括端点 A、B 及 A 与 B 之间的任意值。痕量在化学上指物质中含量在百万分之一以下。可以理解的，痕量在化学上指物质组分含量极小，少得只有一点儿痕迹。痕量一词的含义随着痕量分析技术的发展而有所变化。在本申请实施例中，并不限定氧元素及碳元素含量的下限。

碳元素是钢中最常见的元素之一，是奥氏体稳定元素之一。同时，也能提高钢的淬透性。在 Fe-Cr-Ni-Co-Mo 体系中，还能生成 MC（如：Mo2C、W2C）碳化物，增加基体强度。过多的碳会与基体中的铬结合形成一系列复杂的碳化物，导致组织难以控制。因此，碳含量定义为小于或等于 0.35%。

铬对钢的耐腐蚀性起着决定性作用。在本申请实施例中，铬的质量百分比小于或等于 11%，避免了铬含量过高钢结构件形成铁素体，而导致钢结构件的强度较低；同时，铬的质量百分比大于或等于 7%，避免了铬含量过低而降低钢的 Ms 点，抑制 Laves 相的析出，从而导致钢结构件的强度降低。Laves 相是一种化学式主要为 AB2 型的密排立方或六方结构的金属间化合物。其中，Laves 相在钢材中是一种第二相，当第二相以细小弥散的微粒均匀分布于基体相中时，将会产生显著的强化作用，这种强化作用称为第二相强化。

镍是钢中重要的奥氏体稳定元素，也是钢中重要的韧性化元素。在本申请实施例中，镍的质量百分比大于或等于 2%，提高了钢结构件中马氏体组织的抗解理断裂能力，保证了钢结构件有足够的韧性；同时，镍的质量百分比小于或等于 7.5%，避免过多的镍存在而导致在淬火处理过程中抑制奥氏体转变为马氏体，从而提高钢结构件的强度。

钴元素在制备钢的过程中促进了奥氏体的形成，有利于提高钢结构件的韧性；同时，钴可以延缓马氏体位错亚结构的回复，保持马氏体板条的高位错密度，促进析出相的形成。钴作为奥氏体稳定元素，当其含量过高时，会导致合金中形成稳定的奥氏体，在淬火过程中无法转变为马氏体，阻碍基体获得高的强度。因此，钴的含量定义为 6%~15%。

钼元素能够促进强化相的形成，如 Laves 相、碳化钼等，从而增加了钢结构件的强度。同时，钼是铁素体稳定元素，过高的钼会导致合金中生成过多的奥氏体，进而转变成稳定的铁素体，导致基体强度降低。因此，钼的含量定义为 4~7%。

氧元素在钢中易形成夹杂物，少量的氧化夹杂在弥散状态下能增加基体的强度，由于模塑成形特殊的制粉以及烧结过程，氧含量可以从粉末制备以及烧结工艺制程严格控制，其含量定义为痕量~0.4%。

在本申请实施例中，通过限定钢结构件中各组分的质量百分比，形成的钢结构件能够依赖于 Fe-Co-Ni-Cr-Mo 相、Fe-Co-Cr-Mo 相及碳化物（如：Mo2C、W2C）实现强化，使得形成的钢结构件的屈服强度大于或等于 1300Mpa，并且延伸率大于或等于 3%，也即形成的钢结构件同时具有高强度及高韧性的特性，使得钢结构件在高强度作用力下不易发生形变或断裂。钢结构件中各组分的质量百分比不同，强化相的成分也有所区别，也即形成的 Fe-Co-Ni-Cr-Mo 相、Fe-Co-Cr-Mo 相或碳化物有区别。强化相可以是但不仅限于(Fe, Co, Ni)17 Cr8Mo18，(Fe, Co)15 Cr8Mo4 或(Fe, Co)16 Cr8Mo18 等。

并且，在本申请实施例中，钢结构件中碳的含量较低（小于或等于 0.35%），在制备钢

结构件的过程，例如烧结过程中容易控制，降低了钢结构件生产难度，有利于降低钢结构件的生产成本，及保证钢结构件的生产质量。

下面分多个实施例对本申请提供的钢结构件进一步地说明：

实施例一：

钢结构件包括如下质量百分比的组分：铬（Cr）：7%~11%，镍（Ni）：2%~7.5%，钴（Co）：6%~15%，钼（Mo）：4%~7%，氧（O）：痕量~0.4%，碳（C）：痕量~0.35%，硅（Si）：痕量~0.5%，锰（Mn）：痕量~0.5%，余量为铁及不可避免的杂质。

其中，硅可以在钢粉末的制备过程中，作为熔融钢液的脱氧剂使用，同时还能增加钢液的流动性。同时，少量的硅保留在基体中，可以以氧化物夹杂的形式存在，提高基体强度。其含量定义为痕量~0.5%。

锰元素在钢中具有脱氧脱硫的效果，在钢粉末制备过程中，可以去除钢液中的氧和硫，同时也是保证淬透性的元素。与硅元素的作用类似，当锰含量过高时，会显著降低钢的韧性，因此，本申请控制锰含量为痕量~0.5%。

在本申请实施例中，钢结构件还包括硅和锰，且硅或锰的质量百分比在痕量~0.5%，以有效增加钢结构件的强度。

请参阅表 1，表 1 是本申请提供的钢结构件在实施例一中的各实施方式中组分含量的表格。表 1 反应出钢结构件中各成分含量在不同实施方式中对应的屈服强度及延伸率。

表 1

实施方式	成分											性能	
	O%	C%	Cr%	Ni%	Co%	Mo%	Si%	Mn%	Nb%	W%	Fe%	屈服强度/Mpa	延伸率/%
1	0.07	0.007	8.22	6.13	9.08	4.53	0.23	0.06	0	0	余量	1610	6.4
2	0.005	0.004	9.58	7.44	10.25	5.99	0.22	0.18	0	0	余量	1560	6.69
3	0.07	0.004	8.3	3.2	13.6	6.3	0.22	0.18	0	0	余量	1520	5.1
4	0.006	0.002	8.26	6.5	7.4	6.1	0.35	0.38	0	0	余量	1510	5.5
5	0.002	0.002	9.52	3.73	13.7	5.56	0.08	0.16	0	0	余量	1570	5.3

在一些实施例中，在钴的含量在 6%~15%范围内，且镍的含量在 2%~7.5%范围内的基础上，当钴的含量较高时，镍的含量相应减小；或者，当时，镍的含量较高时，钴的含量相应较低。

在此实施例中，适当增加镍的含量，有利于提高钢结构件的韧性，过多的镍会导致钢结构件的强度下降。而当镍的含量较少时，增加钴的含量，促进强化相的析出，从而有利于提高钢结构件的强度。

实施例二

在实施例二中，钢结构件还包括铌（Nb）。铌的质量百分比为痕量~1%。可以理解的，本申请并不限定铌的具体下限。其中，实施例二中钢结构件包括实施例一种的各成分。也即，在实施例二中，钢结构件包括如下质量百分比的组分：铬：7%~11%，镍：2%~7.5%，钴：6%~15%，钼：4%~7%，氧：痕量~0.4%，碳：痕量~0.35%；铌：痕量~1%，余量为铁及不可避免的杂质。

其中，铌可以固溶在钢中，造成晶格的点阵畸变，从而起到固溶强化的作用，同时还是碳化物形成元素，能起到细化晶粒和沉淀强化作用。钽和铌在钢中的作用比较相似，因

此，在材料制备过程中，可以一定的比例相互替换，其替换比例约为 1~2:1。

在本申请实施例中，钢结构件还包括铌，钢结构件能够形成铌化铁（Fe2Nb）和碳化铌（NbC），形成的铌化铁和碳化铌增加了钢结构件的强度。并且，铌的质量百分比小于或等于 1%，避免铌的含量过高导致脆性相沿晶界析出，从而有利于提高钢结构的强度及韧性。

请参阅表 2，表 2 是本申请提供的钢结构件在实施例二中的各实施方式中组分含量的表格。表 2 反应出钢结构件中各成分含量在不同实施方式中对应的屈服强度及延伸率。

表 2

实施方式	成分											性能	
	O%	C%	Cr%	Ni%	Co%	Mo%	Si%	Mn%	Nb%	W%	Fe%	屈服强度/ Mpa	延伸率/%
1	0.27	0.003	8.13	6.54	9.52	4.28	0.23	0.06	0.35	0	余量	1690	5.1
2	0.1	0.01	10.25	7.05	10.3	5.7	0.22	0.13	0.42	0	余量	1560	7.8

实施例三

在实施例三中，钢结构件还包括钨（W）。钨的质量百分比为痕量~2%。可以理解的，本申请并不限定钨的具体下限。其中，实施例三中钢结构件包括前述实施例中钢结构件的各成分。示例性的，在实施例三中，钢结构件包括如下质量百分比的组分：铬：7%~11%，镍：2%~7.5%，钴：6%~15%，钼：4%~7%，氧：痕量~0.4%，碳：痕量~0.35%；钨：痕量~2%，余量为铁及不可避免的杂质。

钨元素不仅能够促进强化相的形成，如 Laves 相、碳化钨等，从而增加了钢结构件的强度，而且钨元素也可以延缓过时效，保证工艺稳定性。在一些实施例中，在制备钢结构件的过程中，钨与钼同时添加。

在本申请实施例中，钨的质量百分比小于或等于 2%，由于钨二次硬化的效果较弱，避免加入过多的钨而影响钢结构件的强度及韧性。

请参阅表 3，表 3 是本申请提供的钢结构件在实施例三中的各实施方式中组分含量的表格。表 3 反应出钢结构件中各成分含量在不同实施方式中对应的屈服强度及延伸率。

表 3

实施方式	成分											性能	
	O%	C%	Cr%	Ni%	Co%	Mo%	Si%	Mn%	Nb%	W%	Fe%	屈服强度 / Mpa	延伸率/%
1	0.07	0.21	9.9	2.1	14.6	5.43	0.22	0.11	0	1.17	余量	1720	5.8
2	0.05	0.16	8.76	2.46	13.2	5.23	0.22	0.11	0	1.26	余量	1690	5.5

实施例四

在实施例四中，钢结构件还包括铌和钨。铌的质量百分比为痕量~1%，钨的质量百分比为痕量~2%。其中，实施例四中钢结构件包括前述实施例中钢结构件的各成分。示例性的，在实施例四中，钢结构件包括如下质量百分比的组分：铬：7%~11%，镍：2%~7.5%，

钴：6%~15%，钼：4~7%，氧：痕量~0.4%，碳：痕量~0.35%；铌：痕量~1%；钨：痕量~2%，余量为铁及不可避免的杂质。

请参阅表 4，表 4 是本申请提供的钢结构件在实施例四中的各实施方式中组分含量的表格。表 4 反应出钢结构件各成分含量下对应的屈服强度及延伸率。

表 4

实施方式	成分											性能	
	O%	C%	Cr%	Ni%	Co%	Mo%	Si%	Mn%	Nb%	W%	Fe%	屈服强度/Mpa	延伸率/%
1	0.003	0.002	8.15	3.72	13.78	5.79	0.18	0.07	0.34	0.21	余量	1510	7.6
2	0.005	0.007	8.36	6.83	7.18	5.81	0.14	0.09	0.26	1.47	余量	1562	5.6
3	0.12	0.03	9.02	3.88	12.36	5.33	0.24	0.17	0.11	1.16	余量	1620	5.1
4	0.11	0.09	9.44	3.08	14.3	5.4	0.23	0.16	0.12	0.77	余量	1510	6.7
5	0.12	0.05	7.11	6.08	8.88	5.38	0.21	0.09	0.11	0.14	余量	1630	6.6
6	0.09	0.06	10.77	3.32	9.66	6.05	0.26	0.18	0.16	0.44	余量	1510	5.2
7	0.04	0.32	9.4	3.15	14.2	5.6	0.21	0.07	0.13	1.86	余量	1760	6.2
8	0.03	0.27	8.8	3.62	13.48	6.1	0.19	0.08	0.09	0.89	余量	1680	6.1
9	0.05	0.16	8.86	3.75	12.46	6.76	0.22	0.09	0.11	0.76	余量	1650	6.3

在一些实施例中，铬的质量百分比为 7%~9%，钴的质量百分比为 7%~14%。

本申请还提供一种钢。本申请提供的钢可以是具有一定复杂形状的钢结构件，也可以是未加工成形的板材钢，本申请并不限定。钢结构件采用钢，钢中各组分的质量百分比与上述钢结构件中各组分的质量百分比相同。可以理解的，上述钢结构件是钢的一种呈现形态。钢在不同实施例中各质量百分比，可参考上述钢结构件在实施例一至实施例四中任一实施例中各质量百分比，本申请在此不赘述。例如，钢包括如下质量百分比的组分：铬：7%~11%，镍：2%~7.5%，钴：6%~15%，钼：4%~7%，氧：痕量~0.4%，碳：痕量~0.35%，余量为铁及不可避免的杂质。在一些实施例中，钢还可以包括质量百分比为痕量~1%的铌。在其他一些实施例中，钢还可以包括质量百分比为痕量~2%的钨。

本申请还提供一种钢结构件的制备方法。传统技术中，结构较复杂的钢结构件通常采用计算机数字控制机床（computerised numerical control machine，CNC）加工成形，但是此成形方式的效率低且成本高。计算机数字控制机床，是一种装有程序控制系统的自动化机床，用于大规模的加工零件。金属注射成形 (metal injection molding，MIM) 是一种从塑料注射成形行业中引伸出来的新型粉末冶金近净成形技术。基于金属注射成形技术能够生产各种复杂形状的产品，且生产成本较低，广泛地应用于生产结构较复杂的钢结构件。

但是，传统技术中，电子设备中的一些钢结构件，例如折叠手机中的转轴组件采用金属注射成形，但因成形的钢结构件的强度有限，且延伸率较低，折叠装置在受力较大的情况下容易变形，甚至有断裂的风险，不仅会造成折叠装置卡死，使电子设备无法实现折叠与展开的切换，而且断裂的钢结构件可能顶住柔性显示屏，影响柔性显示屏显示画面，从

而影响电子设备的质量。例如，传统技术中，折叠装置中钢结构件通过模塑成形所用的材料之一为 17-4PH，此材料强度不足，制约了产品的设计自由度，必须通过增加产品厚度来保证可靠性；另外一种材料为 420w，此材料强度不足，且韧性差，同时过高的碳含量导致后续的烧结过程难以控制，生产难度极大，影响生产和产品品质。

请继续参阅图 3，图 3 是本申请提供的钢结构件制备方法的流程示意图。本申请提供的钢结构件的制备方法包括但不仅限于制备上述钢结构件。上述钢结构件可以采用本申请提供的钢结构件的制备方法获得，也可以采用其他制备方法获得。

钢结构件的制备方法包括:

S110: 混合钢粉末，钢粉末包括如下质量百分比的组分: 铬: 7%~11%，镍: 2%~7.5%，钴: 6%~15%，钼: 4%~7%及铁: 50%~80%。

在一些实施例中，钢粉末还包括碳元素和氧元素。本申请并不限定钢粉末中碳元素和氧元素的含量，本领域技术人员能够根据实际需求选择碳元素与氧元素的含量。示例性的，碳的含量小于或等于 0.35%，氧的含量小于或等于 0.45%。

在一些实施方式中，通过雾化方式制备成具有一定粒度要求的钢粉末颗粒。其中，钢粉末颗粒粒径较小，以利于钢结构件的成形工艺。示例性的，钢粉末中至少 90%的钢粉末的粒径小于或等于 35μm，至多 10%的钢粉末的粒径小于或等于 4.5μm。其中，50%的钢粉末的粒径在 5μm 至 15μm 的范围内。

在本申请实施例中，90%钢粉末的粒径小于或等于 35μm，避免钢粉末的粒径过大，而不利于后续钢粉末的成形；同时，至多 10%的钢粉末的粒径小于或等于 4.5μm，避免钢粉末的粒径过小，而不利于后续钢粉末的成形。

其中，在一些实施例中，钢粉末还包括硅和锰，硅的质量百分比为痕量~0.5%，锰的质量百分比为痕量~0.5%。

硅可以在钢粉末的制备过程中，作为熔融钢液的脱氧剂使用，同时还能增加钢液的流动性。同时，少量的硅保留在基体中，可以以氧化物夹杂的形式存在，提高基体强度。其含量定义为痕量~0.5%。锰元素在钢中具有脱氧脱硫的效果，在钢粉末制备过程中，可以去除钢液中的氧和硫，同时也是保证淬透性的元素。与硅元素的作用类似，当锰含量过高时，会显著降低钢的韧性，因此，本申请控制锰含量为痕量~0.5%。

在本申请实施例中，钢结构件还包括硅和锰，且硅或锰的质量百分比在痕量~0.5%，以有效增加制备的钢结构件的强度。

在一些实施例中，钢粉末还包括铌，铌的质量百分比为痕量~1%。铌可以固溶在钢中，造成晶格的点阵畸变，从而起到固溶强化的作用，同时还是碳化物形成元素，能起到细化晶粒和沉淀强化作用。

在本申请实施例中，钢粉末还包括铌，使得最终制备的钢结构件能够形成铌化铁（Fe2Nb）和碳化铌（NbC），形成的铌化铁和碳化铌增加了钢结构件的强度。并且，铌的质量百分比小于或等于 1%，避免铌的含量过高导致脆性相沿晶界析出，从而有利于提高制备的钢结构件的强度及韧性。

在一些实施例中，钢粉末还包括钨，钨的质量百分比为痕量~2%。

钨元素不仅能够促进强化相的形成，如 Laves 相、碳化钨等，从而增加了制备的钢结构件的强度，而且钨元素也可以延缓过时效，保证工艺稳定性。在一些实施例中，在制备钢结构件的过程中，钨与钼同时添加。

在本申请实施例中，钨的质量百分比小于或等于 2%，由于钨二次硬化的效果较弱，避免加入过多的钨而影响制备的钢结构件的强度及韧性。

S120：将钢粉末成形为钢结构件的生坯。

请一并参阅图 3 图 4，图 4 是图 3 中步骤 S120 的流程示意图。在一些实施方式中，将钢粉末成形为钢结构件的生坯，包括：

S121：混合钢粉末与粘结剂，以形成膏状喂料。

钢粉末中混合了粘结剂，使得形成的膏状喂料具有一定的流动性，在压力作用下能够填充复杂形状的模腔，以一次成形复杂精密的钢结构件，提高了复杂精密的钢结构件的生产效率。

在本申请实施例中，混合钢粉末与粘结剂，不仅增强了钢粉末的流动性，也使得钢粉末具有一定的强度，方便后续转移搬运操作，有利于维持产品的形状，从而提高了钢结构件的成品率。

在一些实施例中，钢粉末与粘结剂按照目标比例进行混合后，加入密炼机混炼，以形成均匀的膏状喂料。混合钢粉末和粘结剂是在热效应和剪切力的联合作用下完成的，因此混料的温度不能太高，避免粘结剂发生分解或者由于粘度太低，而使得钢粉末和粘结剂两相分离现象。

本申请并不限定钢粉末与粘结剂的比例，以及密炼机混炼的条件，本领域技术人员能够根据实际需求选择钢粉末与粘结剂的配比，及密炼机混炼的条件。示例性的，钢粉末与粘结剂按照体积比为 62：38 进行混合。混合物在密炼机内的参数：温度在 170℃~210℃，时间为 2~4h，叶片转速为 15~30r/min。

在一些实施例中，粘结剂包括热塑性粘结剂。粘结剂采用热塑性粘结剂有利于后续脱脂过程，从而有利于提高制备钢结构件的可靠性。示例性的，粘结剂主要包括聚甲醛（polyformaldehyde，POM）。聚甲醛作为粘结剂的主要成分，其重量百分数大于或等于 80%。

在本申请实施例中，粘结剂采用聚甲醛，基于聚甲醛的强度高，保证了形成的膏状喂料的强度，使得后续通过膏状喂料成形的钢结构件的生坯具有一定的强度，避免了或减小了钢结构件的生坯脱模而造成缺陷。并且，聚甲醛适合于硝酸催化分解，脱脂后的产物为气态，且脱脂效率高，避免后续脱脂过程造成钢结构件的生坯开裂或变形等缺陷。

在一些实施例中，粘结剂还包括乙烯-醋酸乙烯共聚物（ethylene vinyl acetate，EVA）、聚乙烯（polyethylene，PE）、微晶蜡（ceresine wax，CW）和硬脂酸（stearic acid，SA）。

其中，本领域技术人员能够根据工艺实际需求，选择粘结剂中各成分的配比。在一些实施例中，粘结剂中各成分的重量百分比如下：聚甲醛：80%~95%，乙烯-醋酸乙烯共聚物：0.5%~1.5%，聚乙烯：2%~9%，CW：1%~3%，SA：0.5%~1.5%。示例性的，聚甲醛：乙烯-醋酸乙烯共聚物：聚乙烯：CW：SA=89:1:5:2:1。本申请并不限定粘结剂中各成分的具体含量。

S122：将膏状喂料进行造粒，以形成喂料颗粒。

其中，膏状喂料能够通过造粒机进行造粒，以形成喂料颗粒。示例性，膏状喂料移入造粒机后，造粒机的螺杆将逐渐冷却的膏状喂料通过模头挤出，旋转刀片将条状喂料切成 2mm~3mm 长度的圆柱状颗粒，以获得可直接用于模塑成形的喂料颗粒。

S123：将喂料颗粒通过注塑方式成形为钢结构件的生坯。

将喂料颗粒加入注塑机料斗，在一定温度及压力条件下注塑成形，以获得钢结构件的

生坯。其中，本申请并不限定注塑成形的温度或压力等条件，本领域技术人员能够根据实际情况进行选择。示例性的，注塑成形的温度为 170℃~220℃，注塑成形的压力为150MPa~200MPa。

在本申请实施例中，通过注塑成形的方式形成钢结构件的生坯，不仅成形效率高、成本低，而且能够一次有效地获得三维复杂精密的钢结构件的生坯，提高了制备复杂精密的钢结构件的生产效率。

并且，在本申请实施例中，钢粉末与粘结剂混合，钢粉末具有一定的流动性，减小了或避免了钢结构件的生坯出现裂纹或掉角等缺陷。与此同时，钢粉末与粘结剂混合，成形后的钢结构件的生坯具有一定的强度，自模腔中脱出能够维持形状，减小了或避免了钢结构件的生坯的形变，从而提高了制备钢结构件的成品率。

在本申请实施例中，以将喂料颗粒通过注塑方式成形为钢结构件的生坯，也即通过金属注射成型（metal injection molding，MIM）形成钢结构件的生坯。在其他实施例中，喂料颗粒也可以通过压制方式成形为钢结构件的生坯，本申请对此并不限定。

S130：脱脂去除钢结构件的生坯中的粘结剂。

在一些实施例中，通过催化脱脂的方式去除钢结构件生坯中的粘结剂。催化脱脂去除粘结剂是利用聚合物在特定气氛下可以发生快速降解的特性，使钢结构件的生坯在相应的气氛中发生脱脂，分解粘结剂以去除粘结剂。

在本申请实施例中，通过催化脱脂的方式去除钢结构件的生坯中的粘结剂，不仅能够快速无缺陷的脱脂，而且能够增加脱脂的效率，从而提高制备钢结构件的效率。

可以理解的，粘结剂不仅具有增强流动性以适合注塑成形和维持坯块形状的特征外，粘结剂还具有易于脱除、无污染、无毒性、成本合理等特性，有利于脱脂去除的工艺。

其中，在本申请实施例中，以催化脱脂去除粘结剂为例来进行描写，在其他实施中也可以采用其他脱脂方式，例如溶剂脱脂，本申请对此并不限定。

在一些实施方式中，将钢结构件的生坯平放在氧化铝陶瓷板上，放入催化脱脂炉中，于一定条件下催化脱脂。其中，本申请并不限定脱脂的时间、温度及特定气氛等条件，本领域技术人员能够根据实际需求选择脱脂条件。示例性的，催化脱脂的温度设置为 110℃~130℃，发烟硝酸通入量为 0.5g/min ~3.5g/min，时间为 2h~4h。

S140：烧结脱脂后的钢结构件的生坯，以形成钢结构件的烧结坯。

其中，烧结钢结构件的生坯需在保护气体的氛围下，例如 Ar、H2 或真空避免空气中烧结引入杂质。本申请并不限定烧结钢结构件的生坯的温度或时间等条件，本领域技术人员能够根据实际需求设定烧结的条件。示例性的，烧结的温度为 1200℃~1400℃，时间为1.5h~4h。

在本申请实施例中，烧结钢结构件的生坯，能够减少或消除钢结构件的生坯中的孔隙，以致密化钢结构件的生坯，使得形成的钢结构件的烧结坯达到全致密化或接近全致密化，从而增强了钢结构件的强度。

并且，在本申请实施例中，钢粉末中碳的含量小于或等于 0.35%，也即碳的含量较低，易于实现钢结构件的生坯的烧结过程，降低了制备钢结构件的工艺难度。与此同时，钢粉末不依赖于铝（Al）或钛（Ti）等活性元素强化，且含碳量低，对于钢结构件通过注塑成型或金属注射成型制程而言，烧结过程容易实现，且稳定控制，易于生产。

在一些实施例中，在烧结的过程中，通过烧结的控制温度、时间和保护气体的压力，

来调整最终制备的钢结构件中氧或碳的含量，以使最终形成的钢结构件具有高强度及高韧性的特性。

在本申请实施例中，制备钢结构件的过程中，不仅能够通过调整原始钢粉末中的氧及碳含量，而且能够通过烧结工艺的过程来调整最终钢结构件的氧、碳含量，有效地控制最终制备的钢结构件中氧或碳的含量。

S150：热处理钢结构件的烧结坯。

在本申请实施例中，对钢结构件的烧结坯进行热处理，有利于钢结构件的固溶处理及时效处理，促进析出强化相，使得最终形成的钢结构件达到所需的强度。

请参阅表5，表5是本申请提供的钢结构件的制备方法在各实施例中组分含量的表格。表5反应出了制备钢结构件前钢粉末中各成分含量，以及制备的钢结构件产品中各成分的含量和各成分对应的屈服强度及延伸率。

表5

实施例		成分											性能	
		O%	C%	Cr%	Ni%	Co%	Mo%	Si%	Mn%	Nb%	W%	Fe%	屈服强度/Mpa	延伸率/%
1	粉末	0.27	0.03	8.53	6.15	9.16	4.62	0.25	0.11	0	0	余量	/	/
	产品	0.07	0.007	8.22	6.13	9.08	4.53	0.23	0.06	0	0	余量	1610	6.4
2	粉末	0.39	0.02	8.15	6.52	9.48	4.32	0.28	0.12	0.38	0	余量	/	/
	产品	0.27	0.003	8.13	6.54	9.52	4.28	0.23	0.06	0.35	0	余量	1690	5.1
3	粉末	0.27	0.08	10.3	7.11	10.36	5.8	0.25	0.14	0.48	0	余量	/	/
	产品	0.1	0.01	10.25	7.05	10.3	5.7	0.22	0.13	0.42	0	余量	1560	7.8
4	粉末	0.09	0.02	9.7	7.49	10.3	6.03	0.24	0.26	0	0	余量	/	/
	产品	0.005	0.004	9.58	7.44	10.25	5.99	0.22	0.18	0	0	余量	1560	6.69
5	粉末	0.07	0.01	8.36	3.36	13.8	6.33	0.24	0.22	0	0	余量	/	/
	产品	0.07	0.004	8.3	3.2	13.6	6.3	0.22	0.18	0	0	余量	1520	5.1

6	粉末	0.09	0.01	8.32	6.6	7.6	6.2	0.39	0.42	0	0	余量	/	/
	产品	0.006	0.002	8.26	6.5	7.4	6.1	0.35	0.38	0	0	余量	1510	5.5
7	粉末	0.07	0.01	9.62	3.8	13.9	5.62	0.11	0.21	0	0	余量	/	/
	产品	0.002	0.002	9.52	3.73	13.7	5.56	0.08	0.16	0	0	余量	1570	5.3
8	粉末	0.048	0.01	8.19	3.9	13.73	5.73	0.16	0.09	0.31	0.18	余量	/	/
	产品	0.003	0.002	8.15	3.72	13.78	5.79	0.18	0.07	0.34	0.21	余量	1510	7.6
9	粉末	0.059	0.01	8.43	6.8	7.2	5.88	0.13	0.12	0.3	1.42	余量	/	/
	产品	0.005	0.007	8.36	6.83	7.18	5.81	0.14	0.09	0.26	1.47	余量	1562	5.6
10	粉末	0.28	0.12	9.13	3.92	12.39	5.35	0.23	0.19	0.15	1.1	余量	/	/
	产品	0.12	0.03	9.02	3.88	12.36	5.33	0.24	0.17	0.11	1.16	余量	1620	5.1
11	粉末	0.27	0.14	9.5	3.12	14.5	5.3	0.24	0.22	0.12	0.76	余量	/	/
	产品	0.11	0.09	9.44	3.08	14.3	5.4	0.23	0.16	0.12	0.77	余量	1510	6.7
12	粉末	0.29	0.11	7.2	6.11	8.91	5.42	0.23	0.12	0.1	0.15	余量	/	/
	产品	0.12	0.05	7.11	6.08	8.88	5.38	0.21	0.09	0.11	0.14	余量	1630	6.6
13	粉末	0.29	0.11	10.8	3.5	9.8	6.12	0.24	0.22	0.15	0.5	余量	/	/
	产品	0.09	0.06	10.77	3.32	9.66	6.05	0.26	0.18	0.16	0.44	余量	1510	5.2
14	粉末	0.08	0.34	9.5	3.2	14.5	5.8	0.25	0.12	0.15	1.92	余量	/	/
	产	0.04	0.32	9.4	3.15	14.2	5.6	0.21	0.07	0.13	1.86	余	1760	6.2

	品										量		
15	粉末	0.29	0.31	8.9	3.75	13.5	6.2	0.21	0.13	0.11	0.92	余量	/	
	产品	0.03	0.27	8.8	3.62	13.48	6.1	0.19	0.08	0.09	0.89	余量	1680	6.1
16	粉末	0.29	0.33	10.2	2.5	14.9	5.6	0.25	0.16	0	1.2	余量	/	/
	产品	0.07	0.21	9.9	2.1	14.6	5.43	0.22	0.11	0	1.17	余量	1720	5.8
17	粉末	0.28	0.29	8.9	2.48	13.8	6.5	0.26	0.18	0	1.3	余量	/	/
	产品	0.05	0.16	8.76	2.46	13.2	5.23	0.22	0.11	0	1.26	余量	1690	5.5
18	粉末	0.28	0.23	8.9	3.88	12.5	6.8	0.22	0.15	0.1	0.75	余量	/	/
	产品	0.05	0.16	8.86	3.75	12.46	6.76	0.22	0.09	0.11	0.76	余量	1650	6.3

根据表 5 可知，采用本申请提供的钢结构件的制备方法成形的钢结构件，具有屈服强度大于或等于 1300Mpa，并且延伸率大于或等于 5%的特性，也即形成的钢结构件同时具有高强度及高韧性的特性，使得钢结构件在高强度作用力下不易发生形变或断裂。

并且，在本申请实施例中，采用本申请提供的钢结构件的制备方法成形的钢结构件，能够一次有效地获得三维复杂精密的钢结构件，相比于传统机械加工，例如计算机数字控制机床（computerised numerical control machine，CNC）成形复杂精密的钢结构件无需额外加工，提高了制备复杂精密的钢结构件的生产效率，降低了制备钢结构件的成本，有利于钢结构件的大规模生产。

其中，根据表 5 可知，采用本申请提供的钢结构件的制备方法成形的钢结构件中各成分的质量百分比，与钢粉末中各成分的质量百分比有些差异。由于钢结构件的制备方法中包括烧结工艺，使得烧结成形后的钢结构件中碳及氧的含量与钢粉末中碳及氧的含量不同，导致最终钢结构件中金属元素（铬、镍、钴、钼或铁等）的含量与钢粉末中金属元素的含量微量变化。其中，最终成形的钢结构件包括铬：7%~11%，镍：2%~7.5%，钴：6%~15%，钼：4%~7%及铁：50%~80%，以使钢结构件包括 Fe-Co-Ni-Cr-Mo 相、Fe-Co-Cr-Mo 相及碳化物（如：Mo2C、W2C）等强化相。

在一些实施例中，采用本申请提供的钢结构件的制备方法成形的钢结构件，具有屈服强度小于或等于 2000Mpa，并且延伸率小于或等于 12%的特性，形成的钢结构件在保证机械强度的同时，降低了制备钢结构件工艺的难度，从而有利于减小钢结构件的生产成本。

在本申请实施例中，通过限定钢粉末中各组分的质量百分比，形成的钢结构件能够依

赖于 Fe-Co-Ni-Cr-Mo 相、Fe-Co-Cr-Mo 相及碳化物（如：Mo2C、W2C）实现强化，使得采用金属注射成形技术制备的钢结构件的屈服强度大于或等于 1300Mpa，并且延伸率大于或等于 5%，也即形成的钢结构件同时具有高强度及高韧性的特性，使得钢结构件在高强度作用力下不易发生形变或断裂。

示例性的，钢结构件包括如下质量百分比的组分：铬（Cr）：7%~11%，镍（Ni）：2%~7.5%，钴（Co）：6%~15%，钼（Mo）：4%~7%，氧（O）：痕量~0.4%，碳（C）：痕量~0.35%以及铁：50%~80%。其中，钢结构件中各组分的质量百分比不同，强化相的成分也有所区别，也即形成的 Fe-Co-Ni-Cr-Mo 相、Fe-Co-Cr-Mo 相或碳化物有区别。强化相可以是但不仅限于(Fe, Co, Ni)17 Cr8Mo18，(Fe, Co)15 Cr8Mo4 或(Fe, Co)16 Cr8Mo18 等。

以上，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内；在不冲突的情况下，本申请的实施例及实施例中的特征可以相互组合。因此，本申请的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求

1.一种钢，其特征在于，包括如下质量百分比的组分：

铬：7%~11%，镍：2%~7.5%，钴：6%~15%，钼：4%~7%，氧：痕量~0.4%，碳：痕量~0.35%及铁：50%~80%。

2.根据权利要求 1 所述的钢，其特征在于，所述钢还包括铌，所述铌的质量百分比为痕量~1%。

3.根据权利要求 1 所述的钢，其特征在于，所述钢还包括钽，所述钽的质量百分比为痕量~2%。

4.根据权利要求 1 所述的钢，其特征在于，所述钢还包括钽和铌，其中，所述钽的质量百分比与所述铌的质量百分比的比例为：1~2:1，所述钽的质量百分比加上所述铌的质量百分比为痕量~1.5%

5.根据权利要求 1-4 任一项所述的钢，其特征在于，所述钢还包括钨，所述钨的质量百分比为痕量~2%。

6.根据权利要求 1-5 任一项所述的钢，其特征在于，所述钢还包括硅和锰，所述硅的质量百分比为痕量~0.5%，所述锰的质量百分比为痕量~0.5%。

7.根据权利要求 1-6 任一项所述的钢，其特征在于，所述铬的质量百分比为 7%~9%，所述钴的质量百分比为 7%~14%。

8.根据权利要求 1-7 任一项所述的钢，其特征在于，所述钢还包括硼，所述硼的百分比为痕量~0.01%。

9.根据权利要求 1-8 任一项所述的钢，其特征在于，所述钢还包括稀土元素，所述稀土元素的质量百分比为：痕量~0.5%。

10. 根据权利要求 1-9 任一项所述的钢，其特征在于，所述钢还包括其他元素，所述其他元素包括氮、铼、铜、铝、钛、硫、磷、氢、锆、镁、钙、钇、钒、钪以及锌中的一种或多种，所述其他元素的质量百分比≤1%。

11.一种钢结构件，其特征在于，所述钢结构件采用的材料包括如权利要求 1 至 10 中任一项所述的钢。

12.一种钢结构件的制备方法，其特征在于，包括：

将钢粉末成形为钢结构件的生坯，所述钢粉末包括如下质量百分比的组分：铬：7%~11%，镍：2%~7.5%，钴：6%~15%，钼：4%~7%及铁：50%~80%；

烧结所述钢结构件的生坯，以形成钢结构件的烧结坯；以及

热处理所述钢结构件的烧结坯。

13.根据权利要求 12 所述的制备方法，其特征在于，所述“将钢粉末成形为钢结构件的生坯”包括:

混合所述钢粉末与粘结剂，以形成膏状喂料;

将所述膏状喂料进行造粒，以形成喂料颗粒；以及

将所述喂料颗粒通过压制或注塑方式成形为所述钢结构件的生坯。

14.根据权利要求 13 所述的制备方法，其特征在于，在所述“将所述喂料颗粒通过压制或注塑方式成形为所述钢结构件的生坯”之后，所述“将钢粉末成形为钢结构件的生坯”还包括:

脱脂去除所述钢结构件的生坯中的粘结剂。

15.根据权利要求 14 所述的制备方法，其特征在于，所述粘结剂包括热塑性粘结剂，采用催化脱脂的方式去除所述钢结构件的生坯中的粘结剂。

16.根据权利要求 12-15 任一项所述的制备方法，其特征在于，所述钢粉末还包括铌，所述铌的质量百分比为痕量~1%。

17.根据权利要求 12-15 所述的制备方法，其特征在于，所述钢粉末还包括钽，所述钽的质量百分比为痕量~2%。

18.根据权利要求 12-15 所述的制备方法，其特征在于，所述钢粉末还包括钽和铌，其中，所述钽的质量百分比与所述铌的质量百分比的比例为：1~2:1，所述钽的质量百分比加上所述铌的质量百分比为痕量~1.5%

19.根据权利要求 12-18 任一项所述的钢，其特征在于，所述钢粉末还包括钨，所述钨的质量百分比为痕量~2%。

20.根据权利要求 12-19 任一项所述的制备方法，其特征在于，所述钢粉末还包括硅和锰，所述硅的质量百分比为痕量~0.5%，所述锰的质量百分比为痕量~0.5%。

21.根据权利要求 12-20 任一项所述的制备方法，其特征在于，所述铬的质量百分比为 7%~9%，所述钴的质量百分比为 7%~14%。

22.根据权利要求 123-21 任一项所述的制备方法，其特征在于，所述钢粉末还包括硼，所述硼的百分比为痕量~0.01%。

23.根据权利要求 12-22 任一项所述的制备方法，其特征在于，所述钢粉末还包括稀土

元素，所述稀土元素的质量百分比为：痕量~0.5%。

24.根据权利要求 12-23 任一项所述的制备方法，其特征在于，所述钢粉末还包括其他元素，所述其他元素包括氮、铼、铜、铝、钛、硫、磷、氢、锆、镁、钙、钇、钒、钪以及锌中的一种或多种，所述其他元素的质量百分比≤1%。

25.根据权利要求 12-24 所述的制备方法，其特征在于，所述钢粉末中至少 90%的所述钢粉末的粒径小于或等于 35μm，至多 10%的所述钢粉末的粒径小于或等于 4.5μm。

26.一种钢结构件，其特征在于，采用如权利要求 12 至 25 中任一项所述的制备方法成形。

27.一种电子设备，其特征在于，包括如权利要求 11 或 26 所述的钢结构件。

28.根据权利要求 27 所述的电子设备，其特征在于，所述电子设备还包括柔性显示屏及用于承载所述柔性显示屏的折叠装置，所述折叠装置用于带动所述柔性显示屏发生形变；其中，所述折叠装置包括所述钢结构件。

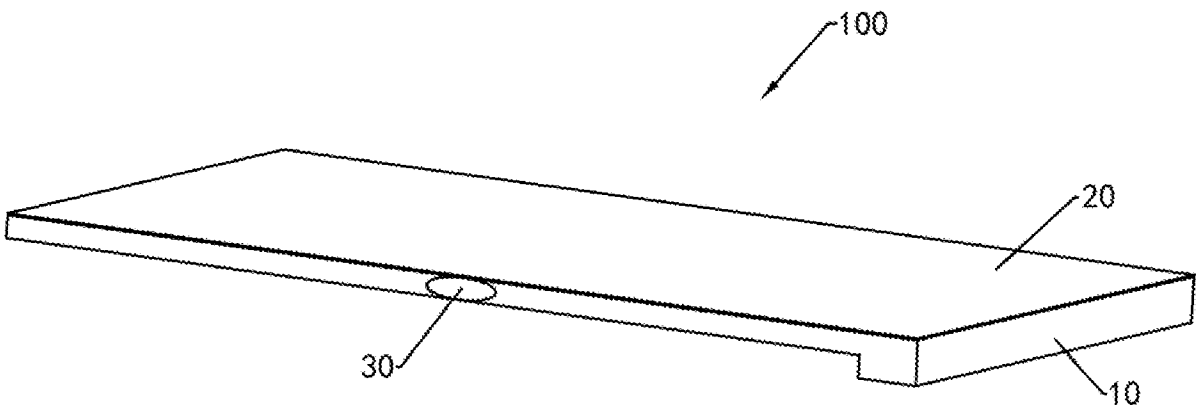


图 1

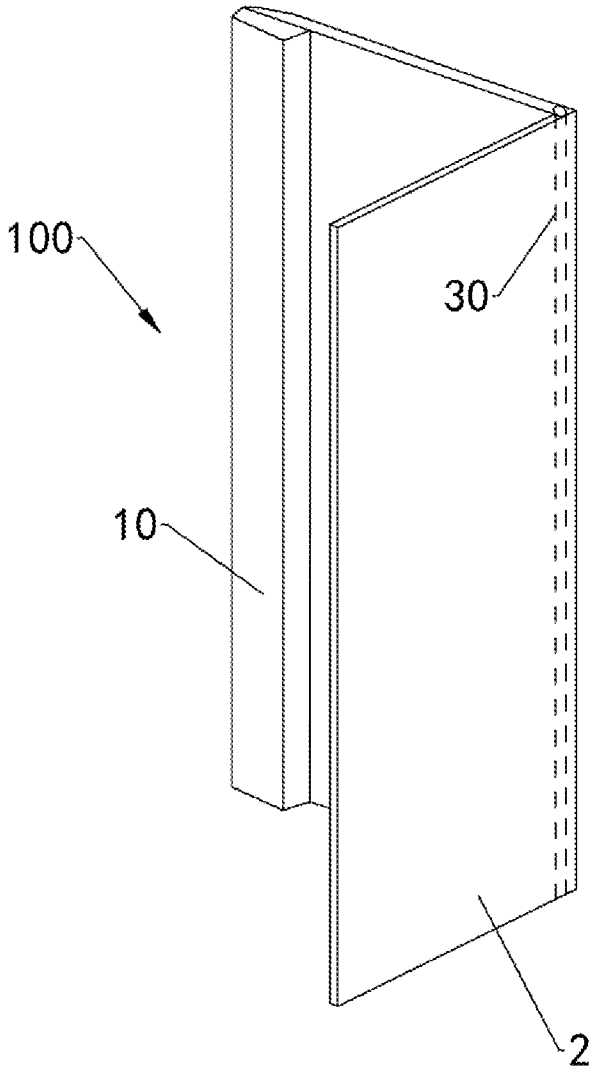


图 2

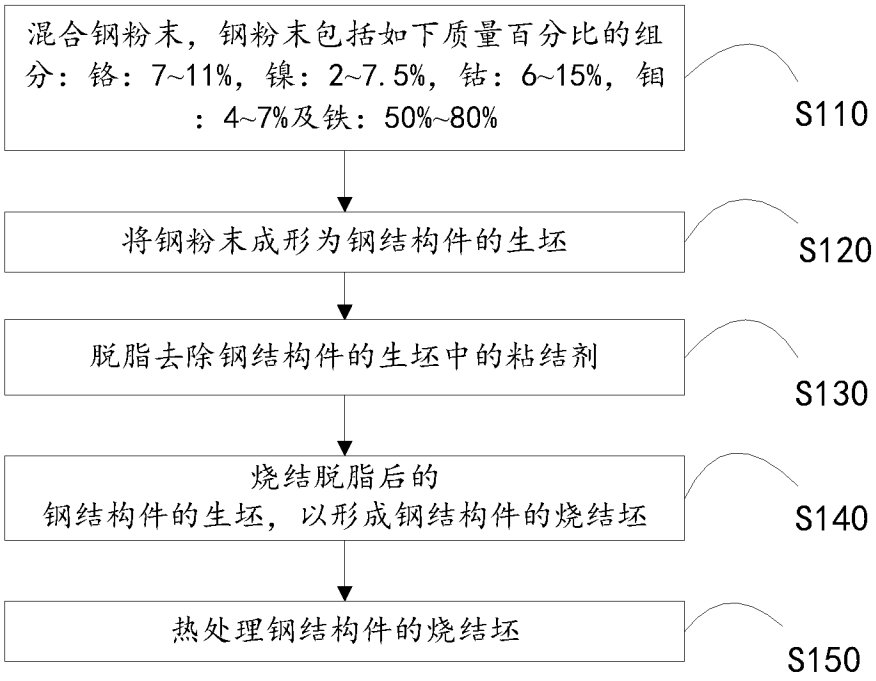

混合钢粉末，钢粉末包括如下质量百分比的组分：铬：7~11%，镍：2~7.5%，钴：6~15%，钼：4~7%及铁：50%~80%
S110
将钢粉末成形为钢结构件的生坯
S120
脱脂去除钢结构件的生坯中的粘结剂
S130
烧结脱脂后的钢结构件的生坯，以形成钢结构件的烧结坯
S140
热处理钢结构件的烧结坯
S150

图 3

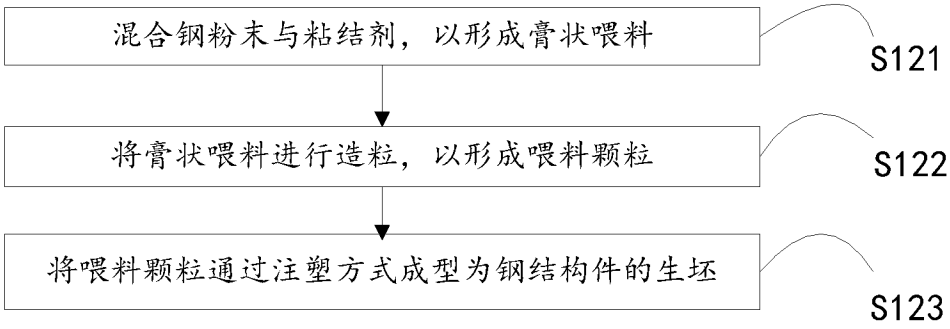

混合钢粉末与粘结剂，以形成膏状喂料
S121
将膏状喂料进行造粒，以形成喂料颗粒
S122
将喂料颗粒通过注塑方式成型为钢结构件的生坯
S123

图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/102352

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 38/02(2006.01)i; C22C 38/04(2006.01)i; C22C 38/44(2006.01)i; C22C 38/48(2006.01)i; C22C 38/52(2006.01)i; B22F 3/10(2006.01)i; B22F 3/22(2006.01)i; B22F 3/24(2006.01)i; G09F 9/30(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)

C22C; B22F; G09F

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)

CNABS; CNTXT; DWPI; SIPOABS; CNKI; USTXT; EPTXT; WOTXT; ISI Web of Knowledge: 华为, 钢, 铁, 铬, 镍, 钴, 钼, 氧, 碳, 铌, 钽, 钨, 硅, 锰, 硼, 稀土, 粉末冶金, 粘结剂, steel, Fe, iron, Cr, chrome, chromium, Ni, nickel, Co, cobalt, Mo, molybdenum, O, oxygen, C, carbon, Nb, columbium, niobium, Ta, tantalum, W, tungsten, Si, silicon, Mn, manganese, B, boron, rare earth, RE, powder metallurgy, bonding, binder

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6238455 B1 (CRS HOLDINGS INC) 29 May 2001 (2001-05-29) description abstract, column 1 line 40 to column 2 line 39, column 4 line 64 to column 5 line 40	1-12, 16-26
X	CN 1735699 A (SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY AB) 15 February 2006 (2006-02-15) claim 1	1-11, 26
Y	US 6238455 B1 (CRS HOLDINGS INC) 29 May 2001 (2001-05-29) description abstract, column 1 line 40 to column 2 line 39, column 4 line 64 to column 5 line 40	13-15, 27, 28
Y	CN 104889379 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 09 September 2015 (2015-09-09) description paragraphs 0206-0228	13-15, 27, 28
A	CN 108977719 A (HUNAN FEEDTEC MATERIAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 11 December 2018 (2018-12-11) entire document	1-28

☐ 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	Date of mailing of the international search report
27 August 2021	**14 September 2021**
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/CN2021/102352

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	6238455	B1	29 May 2001	IL	149084	A	19 June 2005
				WO	0131076	A1	03 May 2001
				EP	1222317	B1	14 May 2003
				DE	60002745	D1	18 June 2003
				AU	1083201	A	08 May 2001
				JP	4941854	B2	30 May 2012
				KR	20020040898	A	30 May 2002
				EP	1222317	A1	17 July 2002
				BR	0015059	A	23 July 2002
				ES	2199184	T3	16 February 2004
				JP	2003513167	A	08 April 2003
				MX	2002003989	A1	01 January 2003
				MX	224786	B	09 December 2004
				TW	460341	B	21 October 2001
				KR	732433	B1	27 June 2007
CN	1735699	A	15 February 2006	US	2004197581	A1	07 October 2004
				WO	2004063399	A1	29 July 2004
				SE	526481	C2	20 September 2005
				JP	2006516677	A	06 July 2006
				US	7270719	B2	18 September 2007
				CN	1735699	B	26 May 2010
				EP	1601800	A1	07 December 2005
				SE	200300074	A	14 July 2004
CN	104889379	A	09 September 2015	CN	104889379	B	03 March 2020
				JP	2015180767	A	15 October 2015
				US	2015252459	A1	10 September 2015
				JP	6354592	B2	11 July 2018
CN	108977719	A	11 December 2018	CN	108977719	B	01 October 2019

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/102352

A. 主题的分类

C22C 38/02(2006.01)i; C22C 38/04(2006.01)i; C22C 38/44(2006.01)i; C22C 38/48(2006.01)i; C22C 38/52(2006.01)i; B22F 3/10(2006.01)i; B22F 3/22(2006.01)i; B22F 3/24(2006.01)i; G09F 9/30(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)

C22C; B22F; G09F

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）)

CNABS;CNTXT;DWPI;SIPOABS;CNKI;USTXT;EPTXT;WOTXT;ISI Web of Knowledge：华为，钢，铁，铬，镍，钴，钼，氧，碳，铌，钽，钨，硅，锰，硼，稀土，粉末冶金，粘结剂，steel，Fe，iron，Cr，chrome，chromium，Ni，nickel，Co，cobalt，Mo，molybdenum，O，oxygen，C，carbon，Nb，columbium，niobium，Ta，tantalum，W，tungsten，Si，silicon，Mn，manganese，B，boron，rare earth，RE，powder metallurgy，bonding，binder

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
X	US 6238455 B1 (CRS HOLDINGS INC) 2001年 5月 29日 (2001-05-29) 说明书摘要、第1栏第40行至第2栏第39行、第4栏第64行至第5栏第40行	1-12、16-26
X	CN 1735699 A (山特维克知识产权股份有限公司) 2006年 2月 15日 (2006-02-15) 权利要求1	1-11、26
Y	US 6238455 B1 (CRS HOLDINGS INC) 2001年 5月 29日 (2001-05-29) 说明书摘要、第1栏第40行至第2栏第39行、第4栏第64行至第5栏第40行	13-15、27、28
Y	CN 104889379 A (精工爱普生株式会社) 2015年 9月 9日 (2015-09-09) 说明书第0206-0228段	13-15、27、28
A	CN 108977719 A (湖南菲德克材料科技有限公司) 2018年 12月 11日 (2018-12-11) 全文	1-28

☐ 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

“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	国际检索报告邮寄日期
2021年 8月 27日	2021年 9月 14日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
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	王振
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(0512)-88997915

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/102352

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)
US	6238455	B1	2001年 5月 29日	IL	149084	A	2005年 6月 19日
				WO	0131076	A1	2001年 5月 3日
				EP	1222317	B1	2003年 5月 14日
				DE	60002745	D1	2003年 6月 18日
				AU	1083201	A	2001年 5月 8日
				JP	4941854	B2	2012年 5月 30日
				KR	20020040898	A	2002年 5月 30日
				EP	1222317	A1	2002年 7月 17日
				BR	0015059	A	2002年 7月 23日
				ES	2199184	T3	2004年 2月 16日
				JP	2003513167	A	2003年 4月 8日
				MX	2002003989	A1	2003年 1月 1日
				MX	224786	B	2004年 12月 9日
				TW	460341	B	2001年 10月 21日
				KR	732433	B1	2007年 6月 27日
CN	1735699	A	2006年 2月 15日	US	2004197581	A1	2004年 10月 7日
				WO	2004063399	A1	2004年 7月 29日
				SE	526481	C2	2005年 9月 20日
				JP	2006516677	A	2006年 7月 6日
				US	7270719	B2	2007年 9月 18日
				CN	1735699	B	2010年 5月 26日
				EP	1601800	A1	2005年 12月 7日
				SE	200300074	A	2004年 7月 14日
CN	104889379	A	2015年 9月 9日	CN	104889379	B	2020年 3月 3日
				JP	2015180767	A	2015年 10月 15日
				US	2015252459	A1	2015年 9月 10日
				JP	6354592	B2	2018年 7月 11日
CN	108977719	A	2018年 12月 11日	CN	108977719	B	2019年 10月 1日