(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
2017 年 3 月 9 日 (09.03.2017)

(10) 国际公布号
WO 2017/036127 A1

(51) 国际专利分类号:
B23K 26/38 (2014.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/077625

(22) 国际申请日: 2016 年 3 月 29 日 (29.03.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201510548227.4 2015 年 8 月 31 日 (31.08.2015) CN

(71) 申请人: **宝山钢铁股份有限公司 (BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD.)** [CN/CN]; 中国上海市宝山区富锦路 885 号, Shanghai 201900 (CN)。

(72) 发明人: **吴瑞珉 (WU, Ruimin)**; 中国上海市宝山区富锦路 885 号, Shanghai 201900 (CN)。 **杨赛丹 (YANG, Saidan)**; 中国上海市宝山区富锦路 885 号, Shanghai 201900 (CN)。 **梁兆东 (LIANG, Zhaodong)**; 中国上海市宝山区富锦路 885 号, Shanghai 201900 (CN)。 **丁烨 (DING, Ye)**; 中国上海市宝山区富锦路 885 号, Shanghai 201900 (CN)。

(74) 代理人: **上海专利商标事务所有限公司 (SHANGHAI PATENT & TRADEMARK LAW OFFICE, LLC)**; 中国上海市桂平路 435 号, Shanghai 200233 (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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,

[见续页]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR DYNAMICALLY FOLLOWING LASER CUTTING WITH SYNCHRONOUS SHEET TRANSFERRING

(54) 发明名称 : 一种同步通板动态跟随激光切割的方法及其系统

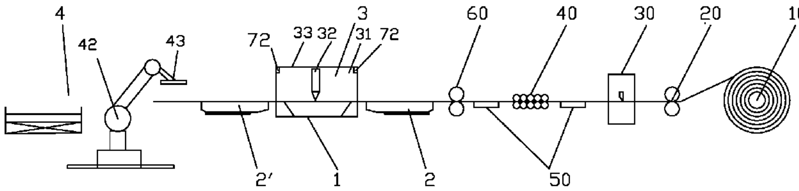


图1

(57) Abstract: A system for dynamically following laser cutting with synchronous sheet transferring comprises: at least one machining location (1); synchronous sheet transferring units (2, 2') employing magnetic belt groups and respectively disposed at a load incoming side and a load exit side of the machining location, wherein each magnetic belt (C11, C12, C13, C14, C21, C22, C23, C24, C25) in the magnetic belt groups can be extended or retracted, and a gap therebetween is adjustable; a laser cutting unit (3) disposed at the machining location and comprising at least one laser cutting machine (31) and a laser cutter head (32) thereon; a material handling and stacking unit (4) comprising a stacking platform (41) and a stacking robot (42), wherein the stacking platform is disposed at an outer side of the magnetic belt group of the synchronous sheet transferring unit at the load exit side of the machining location; a waste conveyor belt device (5) disposed at a side of the machining location in a direction perpendicular to a load incoming direction; a smoke and dust processing device (6) and a real-time measurement device (7) for cutting strip steel that are disposed at each machining location; a sheet position detection device (8) in front of a sheet stack and disposed at a material handling location of the magnetic belt group at an outer side of the load exit side of the machining location; a cutting control system controlling the above-mentioned units, and extension or retraction of the magnetic belts following the laser cutter head. Also disclosed is a laser cutting method applied to the system for dynamically following laser cutting with synchronous sheet transferring. The system and method can realize dynamic following of a cutting process with the magnetic belt groups to accelerate machining, thereby further increasing the throughput.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2017/036127 A1

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))。

一种同步通板动态跟随激光切割的系统，其包括：一个以上加工位（1）；同步通板单元（2，2'），采用磁力皮带组，分别设置于所述加工位的进料侧和出料侧，磁力皮带组中各根磁力皮带（C11，C12，C13，C14，C21，C22，C23，C24，C25）可伸长或缩回，且各磁力皮带间的间隙可调；激光切割单元（3），设置于所述加工位，其包括至少一激光切割机（31）及其上激光切割头（32）；搬运堆垛单元（4），包括堆垛台（41）及堆垛机器人（42），堆垛台设置于所述加工位出料侧的同步通板单元磁力皮带组外侧；废料传送带装置（5），设置于所述加工位与进料方向垂直的一侧；烟尘处理装置（6）、带钢切割的实时测量装置（7），设于每个加工位；片料堆垛前的片料位置检测装置（8），设于加工位外侧的出料侧磁力皮带组位置的搬运位；切割控制系统，控制以上各单元，磁力皮带伸长或缩回与激光切割头随动。还公开了一种用于上述同步通板动态跟随激光切割的系统的激光切割方法。该系统和方法可实现在切割过程中磁力皮带组动态跟随从而加快加工节奏，进一步提高产量。

一种同步通板动态跟随激光切割的方法及其系统

技术领域

本发明涉及带钢加工领域，特别涉及用于汽车制造技术领域的一种同步通板动态跟随激光切割的方法及其系统。

背景技术

基于激光技术用于材料切割加工领域已经是一种成熟的商用技术，对于金属矩形板材来料的激光数控加工系统已被广泛应用。随着激光技术的蓬勃发展，也为板材加工带来了更快的速度、更灵活的应用方式，同时也产生了对自动化的上下料，高节奏连续生产的需求。同时，成卷卷料的开卷激光切割加工也已在研究与逐步应用中，例如中国专利 CN102281986A 中公开了一种成卷卷材进行激光切割加工的输送器系统，通过两个系列的输送器以及包含的平行的多个支撑输送器对带状型材起到支撑作用，同时随着沿横轴构件的纵向轴往复运动的激光头对卷材进行加工而获得成品料片，支撑输送器可以让出切割道路用于激光头切割穿过原材料而获得切割轮廓。这种方式极大弥补并解决了以往数控离线加工中无法成卷供料切割以及针状切割台面对切割路径的避让与带来的废料落料问题，成为一种对替代成卷卷材模具落料方式加工料片的革新方式，避免了对高强度材料冲压吨位的要求以及高额的模具设计费用与维护保有成本，另外，基于卷材激光切割的方法也对材料利用率的提高有非常大贡献。

公开专利中，通过基本平行且间隔开的支撑输送器并且实现不同模式下支撑输送器调节以适应不同轮廓形状的加工要求，实现支撑并让出切割道路而达到轮廓加工。其中加工模式中在“静态单个与多个进给模式”下，支撑输送器在进给形成部件前运动到静止位置；在“动态单个进给进给模式”下，支撑输送器预先运动到设定位置，“动态多个进给模式下”支撑输送器还可以在激光程序期间进行换位，至少一个支撑输送器可以伸长或缩回；在“静态连续进给模式”支撑输送器保持静止位置而原材料进行连续进给；在“动态连续进给模式下”支撑输送器在激光切割程序期间，至少一个支撑输送器可伸长或缩回等各种模式。

然而，这些模式的共同特点都是在切割程序间，支撑输送器根据轮廓形状需求可以静止也可以伸长或缩回，在切割过程中，支撑输送带处于固定静止位

置，这种作业方式的劣势在于难于确保切割工艺的稳定断刀，不易实现异形废料自动剔除，降低了生产效率。

发明内容

本发明的目的在于提供一种同步通板动态跟随激光切割的方法及其系统，可实现在切割过程中磁力皮带组动态跟随，废料稳定支撑和自动剔除，从而加快加工节奏，通过同步通板多激光头的动态跟随进一步提高产量。

为达到上述目的，本发明的技术方案是：

同步通板动态跟随激光切割的系统，其包括：一个以上加工位；同步通板单元，采用磁力皮带组，分别设置于所述加工位的进料侧和出料侧，磁力皮带组中各根磁力皮带可伸长或缩回，且各磁力皮带间的间隙可调；激光切割单元，设置于所述加工位，其包括至少一激光切割机及其上激光切割头；搬运堆垛单元，包括堆垛台及堆垛机器人，堆垛台设置于所述加工位出料侧的同步通板单元磁力皮带组外侧；废料传送带装置，设置于所述加工位与进料方向垂直的一侧；烟尘处理装置、带钢切割的实时测量装置，设于每个加工位；片料堆垛前的片料位置检测装置，设于加工位外侧的出料侧磁力皮带组位置的搬运位；切割控制系统，所述同步通板单元、激光切割单元、搬运堆垛单元、废料传送带装置、烟尘处理装置、实时测量装置和片料位置检测装置分别连接切割控制系统，使以上各单元与装置之间互相通信形成关联的作业控制，且同步通板单元的磁力皮带伸长或缩回与激光切割头随动。

进一步，所述同步通板单元的磁力皮带组，其包括，分别控制进料侧与出料侧磁力皮带组传送电机及其控制模块；若干磁力皮带，每个磁力皮带包括，至少一个可单独控制的电磁模块；控制各磁力皮带伸缩的伸缩电机及其控制模块；控制各磁力皮带间隙调节的宽度电机及其控制模块。

又，所述带钢切割的实时测量装置，包括，用于工件坐标测量的两个相机；用于切割后分离视觉检测识别、废料掉落视觉检测识别的两个相机。

另外，所述的片料堆垛前的片料位置检测装置包括一个相机，安装于搬运位上方，用于检测片料在搬运位的位置。

本发明同步通板动态跟随激光切割的系统的激光切割方法，其包括，

a) 进料侧各根磁力皮带间隙根据带钢宽度和切割轮廓预先调整至固定间隙及固定的伸缩位置，形成进料侧磁力皮带组的进料初始位；同时，出料

侧各根磁力皮带根据带钢宽度与切割轮廓预先调整至固定间隙及固定的伸缩位置，形成出料侧磁力皮带组的出料初始位；磁力皮带将带钢送至激光切割加工位；

b) 进入加工位激光切割区域的带钢由实时测量装置对带钢轮廓进行定位测量，以在切割作业前修正激光切割控制系统工件坐标系的原点位置坐标及角度；完成测量后，激光切割单元对带钢按需要加工的轮廓形状以规划的路径顺序进行切割；

切割过程中，进料侧与出料侧各根磁力皮带根据切割路径同步动态调节，根据切割形状决定伸缩调节量，同步动态的调节采用切割控制系统中给出信号的方式传送给磁力皮带伸缩控制模块实现，调节过程中磁力皮带需要让出在切割过程中的割缝，避免激光透过带钢接触到任意一根磁力皮带；已完成的切割轮廓对应位置的进料侧与出料侧磁力皮带可以伸长或缩回，对加工片料起到稳定支撑作用，同时保证出料侧接料出料的需要；

切割过程中，对于已形成的废料，在切割控制系统中给出信号传送给实时测量装置废料掉落视觉检测识别，实时对废料掉落情况进行检测识别；切割完成后，切割控制系统给出信号，带钢切割的实时测量装置对已完成的全部切割轮廓进行检测，判定加工片料与带钢的分离情况；

c) 片料加工完成后，进料侧磁力皮带组位于进料终止位，出料侧磁力皮带组位于出料终止位；加工片料在出料侧磁力皮带组上的出料终止位进入出料输出状态并输出至搬运位，与此同时，进料与出料侧的磁力皮带组再次伸长或缩回至初始位，带钢步进，进行下一循环的加工；

d) 在片料搬运前，片料位置检测装置的相机对片料位置进行检测，将片料位置反馈给搬运堆垛机器人以纠正其位姿，随后搬运堆垛机器人末端的端拾器对加工片料吸附拾取并堆垛至垛料位。

进一步，在切割过程中，进料侧与出料侧各根磁力皮带可根据切割路径同步动态调节，对于切割轮廓形状所形成的切割路径，编制切割特征信息对应所要调节的磁力皮带伸缩作业的相应信号，在切割系统控制下实现磁力皮带的伸缩调节；磁力皮带组中的每根磁力皮带都可实现伸长与缩回的动态调整，且磁力皮带调节过程中切割头同步在执行切割路径的切割。

优选的，设置两个以上激光加工位及相应的同步通板单元设两组以上磁力

皮带组，每个加工位有一个以上激光切割机；切割过程中，每个加工位中的激光切割机切割头对应的进料与出料磁力皮带组进行同步动态调整作业，对加工片料在二个切割范围内分区域步进切割，第一个加工位中完成加工片料的一部分切割，在第二个加工位中完成所述加工片料的另一部分切割，二个加工位中的各激光切割头分别与第一组磁力皮带、第二组磁力皮带进行协同作业，即二个加工位中的各激光切割头分别在切割运动过程中，两组磁力皮带分别同步动态的进行伸长与缩回，二个切割区域每完成一套作业后，带钢进行步进，二个加工位中的各切割头与两组磁力皮带再次进行协同作业，以此循环；在第二个加工位中的激光切割机的激光切割头进行最后的断料并获得最终加工片料至第二组出料侧磁力皮带组上输出。

优选的，进料侧与出料侧磁力皮带组通过控制电磁模块实现磁性的开与关，在激光切割区域的电磁模块在磁力皮带组静止时全部或部分上磁，在伸长或缩回的动态过程中电磁模块全部释放磁力；对于切割轮廓形状所形成的切割路径，编制磁性特征信息对应的磁力皮带电磁模块的磁性信号，在切割控制系统控制下实现电磁模块磁性的控制。

成卷卷材通过开卷夹送单元形成带钢至进料侧磁力皮带组，进料侧磁力皮带组将带钢送至激光切割加工位，进料侧各根磁力皮带间隙可以根据带钢宽度与切割轮廓预先调整至固定间隙与固定的伸缩位置形成进料侧组磁力皮带的进料初始位，同时出料侧各根磁力皮带根据带钢宽度与切割轮廓预先调制至固定间隙与固定的伸缩位置形成出料侧组磁力皮带的出料初始位。进入激光切割区域的带钢由工件坐标测量系统对带钢位置进行测量，以在切割作业前修正控制系统工件坐标系的原点位置坐标及角度，完成测量后激光切割单元对带钢按需要加工的轮廓形状以规划的路径顺序进行切割。在切割过程中进料侧与出料侧各根磁力皮带可根据切割路径同步动态调节，调节根据切割形状决定，调节过程中需要让出在切割过程中的割缝，避免激光透过带钢接触到任意一根磁力皮带，已完成的切割轮廓对应位置的进料侧与出料侧磁力皮带可以伸长或缩回，对加工片料起到稳定支撑作用，同时保证出料侧接料出料的需要。切割过程中，对于已形成的废料，在切割控制系统中给出相应信号传送给废料掉落视觉检测系统，实时对废料掉落情况进行检测。切割完成后，切割控制系统给出相应信号，切割分离视觉系统对已完成的全部切割轮廓进行检测，判定与带钢的分离情况。完成加工后，进料侧磁力皮带组位于进料终止位，出料侧磁力皮带组位

于出料终止位。加工片料在出料侧组磁力皮带上的出料终止位进入出料输出状态并输出至搬运位，搬运前，片料位置检测装置对片料位置进行检测，将片料位置反馈给搬运堆垛机器人以纠正其位姿，随后搬运堆垛机器人末端的端拾器对加工片料吸附拾取并堆垛至垛料位。

在切割过程中进料侧与出料侧各根磁力皮带可根据切割路径同步动态调节的具体的方法是：对于切割轮廓形状所形成的切割路径，提取其中的切割特征信息在切割控制系统中给出相应信号，即编制切割特征信息对应所要调节的磁力皮带伸缩动作，由数控控制与磁力皮带轴控制通过通信实现磁力皮带的调节；磁力皮带组中的每根磁力皮带都可实现伸长与缩回的动态调整，且磁力皮带调节过程中数控控制器同步在执行切割路径的切割。

进一步，同步动态调节的具体过程是：带钢运动到切割区域后保持静止，此时进料侧组磁力皮带在进料初始位，出料侧组磁力皮带在出料初始位。根据运行的已编制特征信息对应调节的磁力皮带动作，当切割过程运动到切割控制系统中特征信息时，对应的磁力皮带开始伸长或缩回直至到设计位置，此时为进料与出料侧的组磁力皮带动态调整阶段。各磁力皮带都根据激光切割轮廓动态调整到与光束不干涉的位置，而切割动作保持正常进行的切割状态，直至切割完成，进料与出料侧的组磁力皮带已调整到终止位，获得的加工片料通过出料组磁力皮带输出，与此同时进料与出料侧的组磁力皮带再次伸长或缩回至初始位，带钢步进，进行下一循环的加工。带钢步进前后的切割位置的相连割缝需要设计激光对刀工艺实现断料。

在激光切割头为一个时，磁力皮带组为一对组合，即一组进料组磁力皮带，一组出料组磁力皮带，搬运堆垛机器人配置一个，而对于本发明不局限于以上设置，激光切割头可以灵活得设置一个以上，磁力皮带组也可以灵活得成对设置两组以上，搬运堆垛机器人也根据需要投入两个以上。本发明也不限于带钢在切割区域的步进次数，可以通过一个以上的步进装置获得加工片料。

本发明的优点在于：

本发明同步通板动态跟随激光切割的方法及其系统解决了困扰常用激光数控系统加工的废料在线自动掉落问题，同时实现了卷材成卷加工方法中的关键的通板功能与同步动态调节功能。通过磁力皮带在切割过程中的同步动态调节功能，实现料片支撑、接料、废料自动剔除、激光通过等功能。其中在激光切割过程中的同步磁力皮带调节并达到通板的目的，有效提高了作业效率。

附图说明

图 1 为本发明实施例的示意图；

图 2 为本发明实施例的平面布置图；

图 3~图 6 为本发明同步通板磁力皮带组动态跟随割缝的过程图；

图 7 为两个激光头与磁力皮带同步动态跟随切割示意图；

图 8 为本发明实现同步通板动态跟随的控制过程示意图；

图 9 为本发明是开卷单元与磁力皮带组的同步控制示意图；

图 10 为本发明数控控制的激光切割机与磁力皮带组各轴的动态控制示意图。

具体实施方式

参见图 1、图 2，本发明的同步通板动态跟随激光切割的系统，其包括：一加工位 1；同步通板单元 2、2’，采用磁力皮带组，分别设置于所述加工位 1 的进料侧和出料侧，磁力皮带组中各根磁力皮带 C11、C12、C13、C14、C21、C22、C23、C24、C25 可伸长或缩回，且各磁力皮带间间隙可调；

激光切割单元 3，设置于所述加工位 1，其包括至少一激光切割机 31 及其上激光切割头 32；

搬运堆垛单元 4，包括堆垛台 41 及搬运堆垛机器人 42（端拾器 43 及其真空吸盘 44），堆垛台 41 设置于所述加工位 1 出料侧的同步通板单元 2’磁力皮带组外侧；

废料传送带装置 5，设置于所述加工位 1 与进料方向垂直的一侧；

烟尘处理装置 6、带钢切割的实时测量装置 7，设于每个加工位 1；

片料堆垛前的片料位置检测装置 8，设于加工位 1 外侧的出料侧磁力皮带组位置的搬运位；

切割控制系统（图中未示），所述同步通板单元 2、2’、激光切割单元 3、搬运堆垛单元 4、废料传送带装置 5、烟尘处理装置 6、实时测量装置 7 和片料位置检测装置 8 分别连接切割控制系统，使以上各单元与装置之间形成关联的作业控制，且同步通板单元磁力皮带伸长或缩回与激光切割随动。

在本实施例中，烟尘处理装置 6，其烟尘吸附区域对应所述加工位 1 下方通过烟道 61 回收至烟尘回收装置 62 中。

带钢测量的实时测量装置 7，设置于所述加工位 1，其中用于工件坐标测量的两个相机 71 安装于激光切割机 31 上，一个安装切割机 XY 平台上，一个安装在切割机 Z 轴上加强检测精度。用于切割后分离视觉检测识别、废料掉落视觉检测识别的两个相机 72 安装于隔离加工位 1 的密闭房 33 上。

片料搬运前的位置检测装置 8，设置于加工位外侧的出料侧磁力皮带组位置的搬运位，本实施例中安装在加工位 1 外的密闭房 33 外侧，相机 8 视觉范围通过角度倾斜的安装方式可覆盖片料输出区域。

图 2 中公开的本发明方法的平面布置图，其中，激光切割机为直角坐标机器人形式，可沿 XYZ 三个方向运动，工作行程长 2000mm（X 轴）×宽 2000mm（Y 轴）×厚 200mm（Z 轴）。进料与出料组磁力皮带长度分别为 4500mm。堆放片料的堆垛台设置为 2 个，可以堆放加工片料，也可以按需要对大尺寸废料进行堆垛。

成卷卷材通过开卷机 10 开卷，经过侧导向后进入入料夹送棍 20，开卷料头剪 30 剪去卷材头部进入矫平机 40 对板形进行进一步矫直，随后经过过渡平台 50 至送料机 60 将平面的带钢送入加工位 1 进料侧的同步通板单元 2 的磁力皮带组，进料侧磁力皮带组为 4 个磁力皮带构成，分别为 C11、C12、C13、C14，出料侧同步通板单元 2’磁力皮带组为 5 个磁力皮带构成，分别为 C21、C22、C23、C24、C25。

进料侧各磁力皮带间隙可以根据带钢宽度与切割轮廓预先调整至固定间隙与固定的伸缩位置形成进料侧组磁力皮带的进料初始位，同时出料侧各磁力皮带根据带钢宽度与切割轮廓预先调制至固定间隙与固定的伸缩位置形成出料侧磁力皮带组的出料初始位。

进入加工位 1 激光切割区域的带钢由 CCD 相机进行轮廓的采集并进行分析与处理，以在切割作业前修正控制系统工件坐标系的原点位置坐标以及角度。

完成测量后，激光切割单元 3 的激光切割机 31 上的激光切割头 32 对带钢按需要加工的轮廓形状以规划的路径顺序进行切割，通过激光切割机 31 使激光切割头 32 可以在 XYZ 三个方向运动完成切割动作。在切割过程中激光切割头 32 保持切割运动状态，与此同时，进料侧与出料侧的同步通板单元 2、2’各磁力皮带可根据切割路径的需要进行同步动态伸长或缩回的调节，调节根据切割形状决定，调节的作用是让出在切割所经过的割缝，避免激光透过带钢接触到磁力皮带，另外，通过磁力皮带的同步动态伸长或缩回的调节，支撑已完成路

径切割的片料。调节完成后的磁力皮带在全部或部分上磁的静止状态，以对加工片料起到稳定接触的作用，在伸长或缩回调节中的磁力皮带在磁力全部释放的运动状态。

完成加工后，进料侧同步通板单元 2 的磁力皮带组位于进料终止位，出料侧同步通板单元 2’的磁力皮带组位于出料终止位。加工片料在出料侧磁力皮带组上的出料终止位，磁力皮带磁性释放，加工片料在磁力皮带上进入出料输出状态并通过皮带回转输出至搬运位，搬运堆垛单元 4 搬运堆垛机器人 42 上的端拾器 421 通过调整组合的真空吸盘 44 对加工片料进行吸附拾取将其堆垛至堆垛台 41 上，对于拾取的精确位置可通过在输出端的 CCD 相机进行检测并反馈以使搬运堆垛机器人 42 纠正搬运位姿而进一步保证堆垛片料的垛位差在精度要求内。在加工片料进行出料的同时，磁力皮带组进行伸长或缩回至进料与出料的起始位，与此同时，带钢步进，进入下一个循环切割。

其中，已预先将各真空吸盘 44 调整至符合加工片料吸附形状的位置，并可控制所布局的真空吸盘 44 的开启与关闭。

具体的，在切割过程中，首先进料侧同步通板单元 2 磁力皮带组的各磁力皮带 C11、C12、C13、C14 及出料侧同步通板单元 2’磁力皮带组的各磁力皮带 C21、C22、C23、C24、C25 分别在进料初始位与出料初始位，如图 3 所示。

在切割路径 P1 的时候，出料侧磁力皮带 C24 已根据切割特征信息形成特征点信号 N1 缩回而避开了切割路径 P1，如图 4 所示。当切过切割路径 P1 时，接料的磁力皮带 C14 已根据特征点信号 N2 缩回而避开切割路径 P2，与此同时，出料磁力皮带 C24 已根据特征点信号 N2 伸长而接住加工片料的部分，如图 5 所示。所述的切割路径诸如 P1、P2 等是为了解释磁力皮带伸长或缩回而定义，一根切割线可以由若干个路径组成。在 C24、C14 伸缩过程中磁性释放，其它磁力皮带部分或全部上磁，在 C24、C14 运动到位后可部分或全部上磁。

针对实施例中对象尺寸，需要带钢再次步进，当带钢完成步进后，CCD 相机对切割区域的带钢位置再次进行检测，通过控制系统修正位置，随后进料与出料侧磁力皮带再次根据新的特征点信号在切割过程中进行伸长与缩回以实现对 L1-L3 的切割，最终完成一片加工片料 A 的切割加工，完成加工后进料与出料侧磁力皮带分别位于进料终止位与出料终止位，如图 6 所示。带钢再次步进，进入新一片加工片料的循环作业中。其中，在运动中的磁力皮带磁性释放，在静止中的磁力皮带根据加工片料需要全部或部分上磁，每根磁力皮带都分布有

电磁铁模块并可单独控制。

参见图 7、图 8，为了满足加工需要，可以设置两个以上激光切割机及相应的两组以上磁力皮带组，切割过程中，每个激光切割机切割头对应的进料与出料侧磁力皮带组进行同步动态调整作业，对加工片料在二个切割范围内分区域步进切割。

第一个激光切割机 31 及其激光切割头 32 完成加工片料的部分切割，在第二个激光切割机 33 及其激光切割头 34 完成加工片料的另一部分切割，两个激光切割头 32、34 分别与第一组磁力皮带 22、23、第二组磁力皮带 24、25 进行协同作业，即两个激光切割头 32、34 分别切割运动过程中，二组磁力皮带分别同步动态的进行伸长与缩回，图 7 示意了两个切割区域与两组磁力皮带对加工片料进行分步切割的布置图。两个切割区域每完成一套作业后，带钢进行步进，如图 8 所示，两个激光切割头 32、34 与两组磁力皮带再次进行协同作业，以此循环。在第二个激光切割机 33 的激光切割头 34 进行最后的断料并获得最终加工片料至第二组出料磁力皮带 25 上输出。

参见图 9，为了实现同步通板动态跟随激光切割的方法，其控制系统的实现方法是开卷夹送单元的输送速度与进料及出料组磁力皮带的输送速度通过 profibus 通信保持一致使二者实现同步控制，这种方法有效保证了同步通板的实现。

参见图 10，激光切割机与进料侧及出料侧磁力皮带组通过数控控制系统与磁力皮带轴控制系统以及磁力皮带电磁控制系统之间的 profibus 通信实现协同控制，这种方法有效保证了磁力皮带组动态跟随激光切割过程，同时通过电磁控制模块有效控制了电磁模块磁性添加与释放，数控控制系统预先制定切割路径、切割特征信号、磁性特征信号规则。

权 利 要 求

1. 同步通板动态跟随激光切割的系统，其特征在于，包括：

一个以上加工位；

同步通板单元，采用磁力皮带组，分别设置于所述加工位的进料侧和出料侧，磁力皮带组中各根磁力皮带可伸长或缩回，且各磁力皮带间的间隙可调；

激光切割单元，设置于所述加工位，其包括至少一激光切割机及其上激光切割头；

搬运堆垛单元，包括堆垛台及堆垛机器人，堆垛台设置于所述加工位出料侧的同步通板单元磁力皮带组外侧；

废料传送带装置，设置于所述加工位与进料方向垂直的一侧；

烟尘处理装置、带钢切割的实时测量装置，设于每个加工位；

片料堆垛前的片料位置检测装置，设于加工位外侧的出料侧磁力皮带组位置的搬运位；

切割控制系统，所述同步通板单元、激光切割单元、搬运堆垛单元、废料传送带装置、烟尘处理装置、实时测量装置和片料位置检测装置分别连接切割控制系统，使以上各单元与装置之间互相通信形成关联的作业控制，且同步通板单元的磁力皮带伸长或缩回与激光切割头随动。

2. 如权利要求 1 所述的同步通板动态跟随激光切割的系统，其特征在于，所述同步通板单元的磁力皮带组，其包括，

分别控制进料侧与出料侧磁力皮带组的传送电机及其控制模块；

若干磁力皮带，每个磁力皮带包括：

至少一个可单独控制的电磁模块；

控制各磁力皮带伸缩的伸缩电机及其控制模块；

控制各磁力皮带间隙调节的宽度电机及其控制模块。

3. 如权利要求 1 所述的同步通板动态跟随激光切割的系统，其特征在于，所述带钢切割的实时测量装置，包括，

用于工件坐标测量的两个相机；

用于废料掉落视觉检测识别、切割后分离视觉检测识别的两个相机。

4.　如权利要求 1 所述的同步通板动态跟随激光切割的系统，其特征在于，所述的片料堆垛前的片料位置检测装置包括一个相机，安装于搬运位上方，用于检测片料在搬运位的位置。

5. 用于如权利要求 1 所述同步通板动态跟随激光切割的系统的激光切割方法，其特征是，包括，

a）进料侧各根磁力皮带间隙根据带钢宽度和切割轮廓预先调整至固定间隙及固定的伸缩位置，形成进料侧磁力皮带组的进料初始位；同时，出料侧各根磁力皮带根据带钢宽度与切割轮廓预先调整至固定间隙及固定的伸缩位置，形成出料侧磁力皮带组的出料初始位；磁力皮带将带钢送至激光切割加工位；

b）进入加工位激光切割区域的带钢由实时测量装置对带钢轮廓进行定位测量，以在切割作业前修正激光切割控制系统工件坐标系的原点位置坐标及角度；完成测量后，激光切割单元对带钢按需要加工的轮廓形状以规划的路径顺序进行切割；

切割过程中，进料侧与出料侧各根磁力皮带根据切割路径同步动态调节，根据切割形状决定伸缩调节量，同步动态的调节采用切割控制系统中给出信号的方式传送给磁力皮带伸缩控制模块实现，调节过程中磁力皮带需要让出在切割过程中的割缝，避免激光透过带钢接触到任意一根磁力皮带；已完成的切割轮廓对应位置的进料侧与出料侧磁力皮带可以伸长或缩回，对加工片料起到稳定支撑作用，同时保证出料侧接料出料的需要；

切割过程中，对于已形成的废料，在切割控制系统中给出信号传送给实时测量装置，实时对废料掉落情况进行检测识别；切割完成后，切割控制系统给出信号，带钢切割的实时测量装置对已完成的全部切割轮廓进行检测，判定加工片料与带钢的分离情况；

c）片料加工完成后，进料侧磁力皮带组位于进料终止位，出料侧磁力皮带组位于出料终止位；加工片料在出料侧磁力皮带组上的出料终止位进入出料输出状态并输出至搬运位，与此同时，进料与出料侧的磁力皮带组再次伸长或缩回至初始位，带钢步进，进行下一循环的加工；

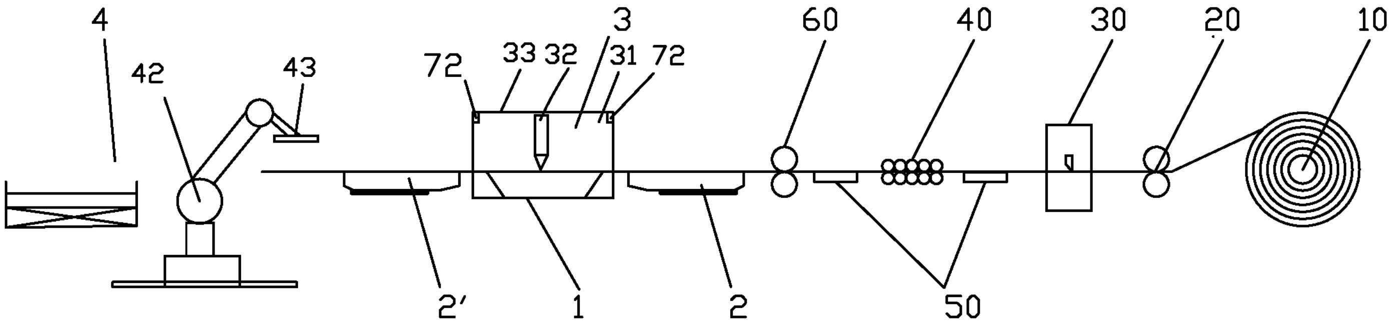
d）在片料搬运前，片料位置检测装置的相机对片料位置进行检测，将片料

位置反馈给搬运堆垛机器人以纠正其位姿，随后搬运堆垛机器人末端的端拾器对加工片料吸附拾取并堆垛至垛料位。

6. 如权利要求 5 所述的激光切割方法，其特征是，在切割过程中，进料侧与出料侧各根磁力皮带可根据切割路径同步动态调节，对于切割轮廓形状所形成的切割路径，编制切割特征信息对应所要调节的磁力皮带伸缩作业的相应信号，在切割控制系统控制下实现磁力皮带的伸缩调节；磁力皮带组中的每根磁力皮带都可实现伸长与缩回的动态调整，且磁力皮带调节过程中切割头同步在执行切割路径的切割。

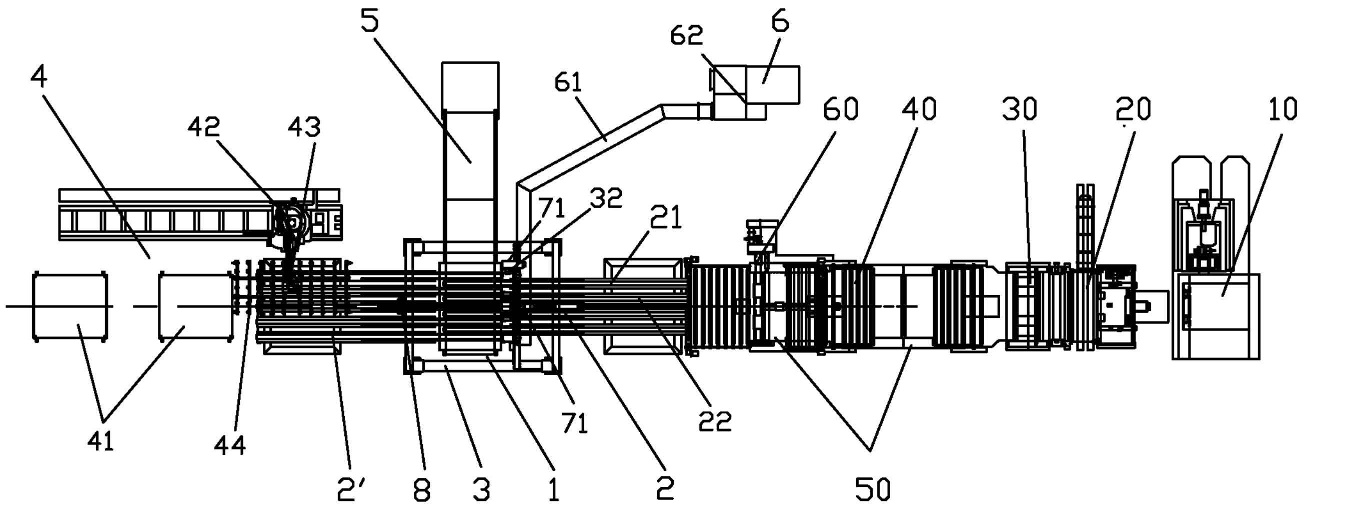
7. 如权利要求 5 所述的激光切割方法，其特征是，设置两个以上激光加工位及相应的同步通板单元设两组以上磁力皮带组，每个加工位有一个以上激光切割机；切割过程中，每个加工位中的激光切割机切割头对应的进料与出料磁力皮带组进行同步动态调整作业，对加工片料在二个切割范围内分区域步进切割，第一个加工位中完成加工片料的一部分切割，在第二个加工位中完成所述加工片料的另一部分切割，二个加工位中的各激光切割头分别与第一组磁力皮带、第二组磁力皮带进行协同作业，即二个加工位中的各激光切割头分别在切割运动过程中，两组磁力皮带分别同步动态的进行伸长与缩回，二个切割区域每完成一套作业后，带钢进行步进，二个加工位中的各切割头与两组磁力皮带再次进行协同作业，以此循环；在第二个加工位中的激光切割机的激光切割头进行最后的断料并获得最终加工片料至第二组出料侧磁力皮带组上输出。

8. 如权利要求 5 所述的激光切割方法，其特征是，进料侧与出料侧磁力皮带组通过控制电磁模块实现磁性的开与关，在激光切割区域的电磁模块在磁力皮带组静止时全部或部分上磁，在伸长或缩回的动态过程中电磁模块全部释放磁力；对于切割轮廓形状所形成的切割路径，编制磁性特征信息对应的磁力皮带电磁模块的磁性信号，在切割控制系统控制下实现电磁模块磁性的控制。



4
42
43
72
33
32
3
31
72
60
40
30
20
10
2′
1
2
50

图1



5
62
6
4
61
60
40
30
20
10
42
43
71
32
21
41
44
2′
8
3
1
71
2
22
50

图2

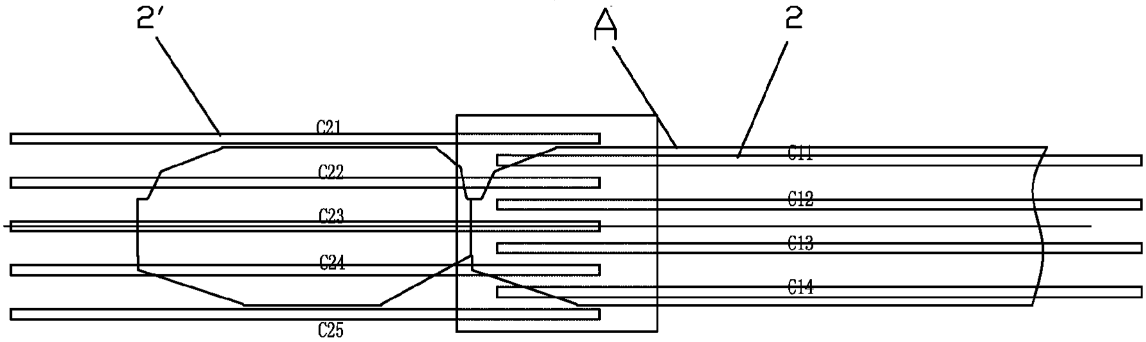

2'
A
2
C21
C22
C23
C24
C25
C11
C12
C13
C14

图3

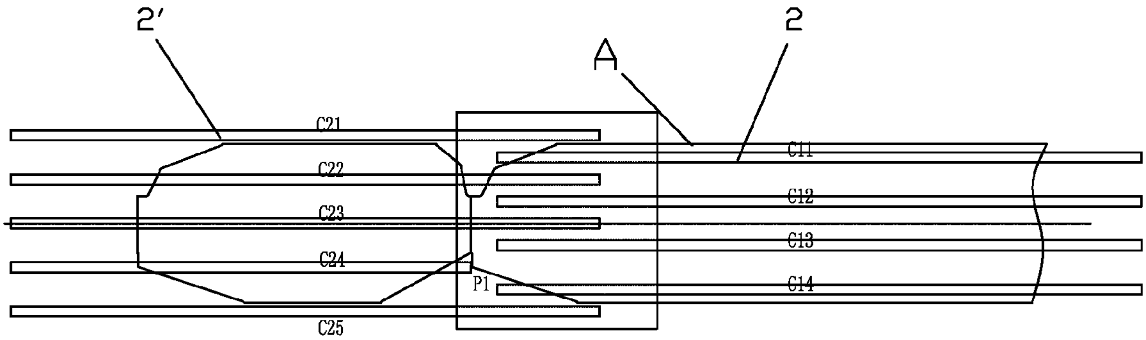

2'
A
2
C21
C22
C23
C24
C25
C11
C12
C13
C14
P1

图4

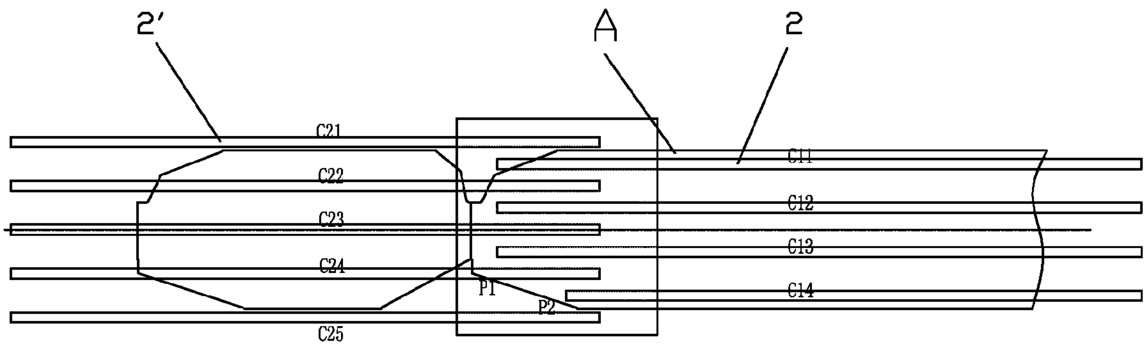

2'
A
2
C21
C22
C23
C24
C25
C11
C12
C13
C14
P1
P2

图5

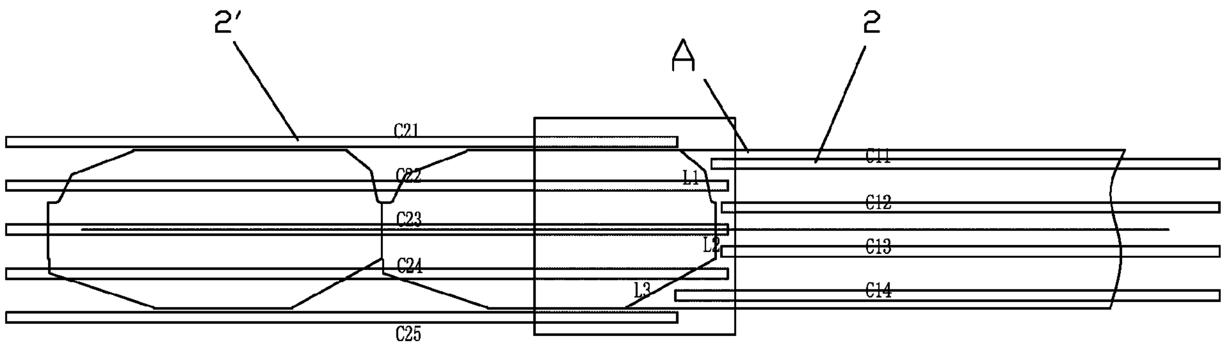

2'
A
2
C21
C22
C23
C24
C25
C11
C12
C13
C14
L1
L2
L3

图6

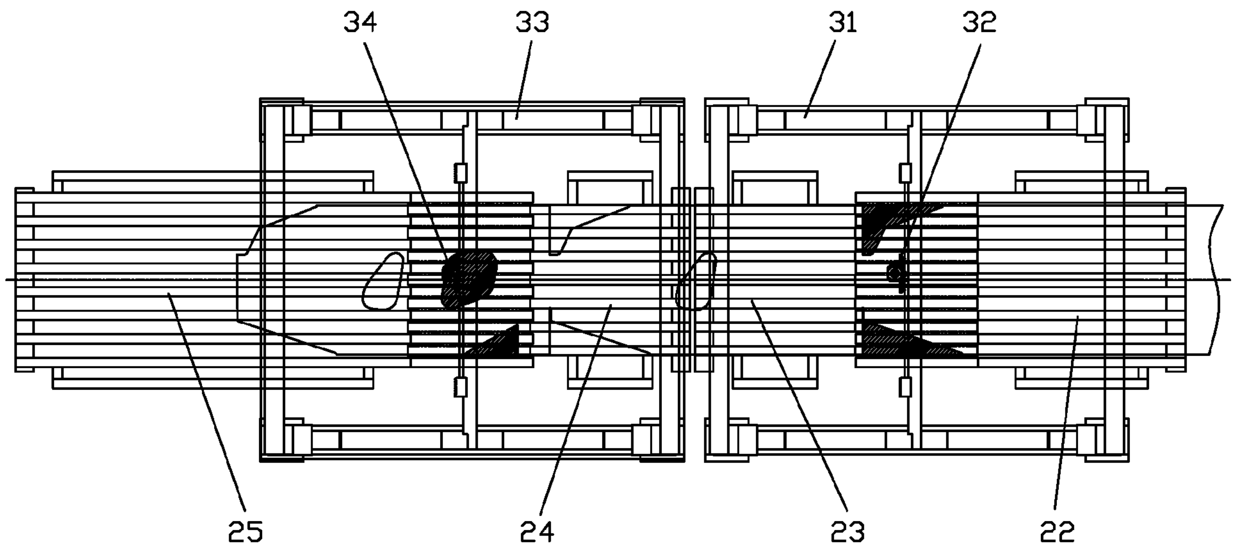


图7

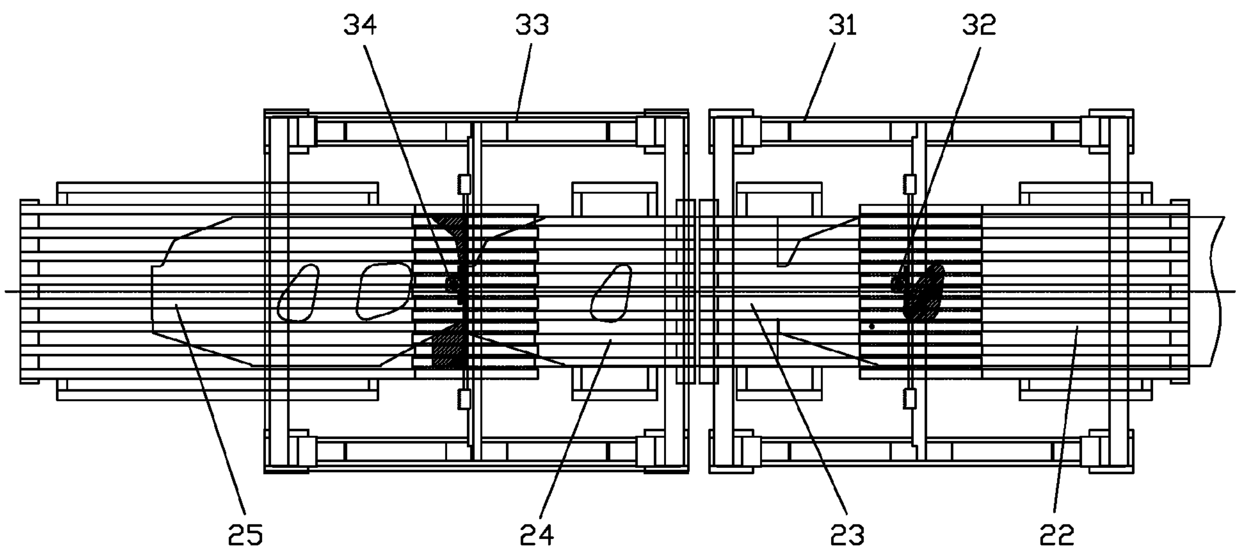


图8

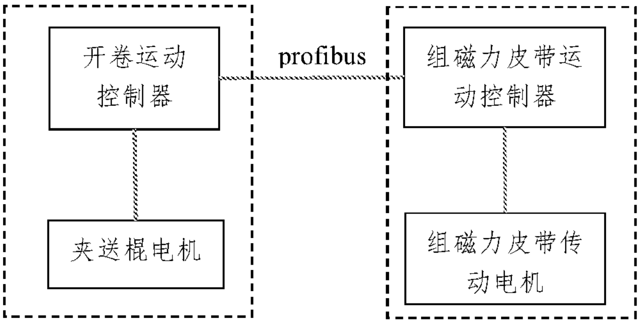

开卷运动控制器
profibus
组磁力皮带运动控制器
夹送棍电机
组磁力皮带传动电机

图 9

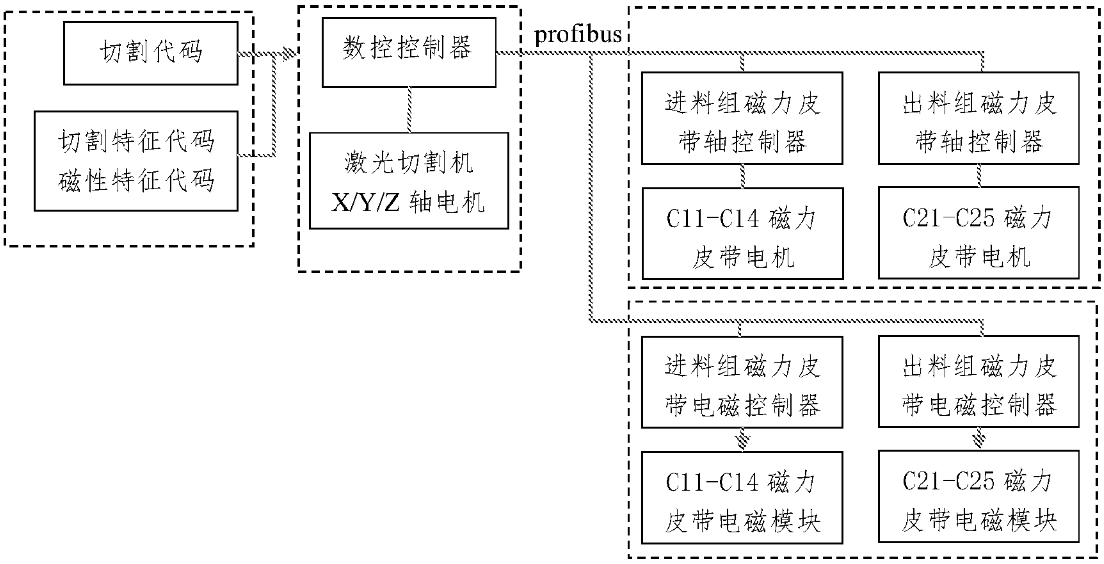

切割代码
切割特征代码
磁性特征代码
数控控制器
profibus
激光切割机
X/Y/Z 轴电机
进料组磁力皮带轴控制器
出料组磁力皮带轴控制器
C11-C14 磁力皮带电机
C21-C25 磁力皮带电机
进料组磁力皮带电磁控制器
出料组磁力皮带电磁控制器
C11-C14 磁力皮带电磁模块
C21-C25 磁力皮带电磁模块

图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/077625

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K 26/38 (2014.01) 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

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)

CNKI, CNABS, VEN: laser, cutting, strap, belt, magnet+, synchro+, accompany+, follow+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105081584 A (BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD.) 25 November 2015 (25.11.2015) claims 1-8	1-8
A	CN 104400232 A (WUHAN SUNCO OPTOELECTRONICS CO., LTD.) 11 March 2015 (11.03.2015) claims 1-11 and figures 1-11	1-8
A	CN 104275553 A (INST IND TECHNOLOGY GUANGZHOU CHINESE AC) 14 January 2015 (14.01.2015) the whole document	1-8
A	CN 1919519 A (DALIAN BAOTONG IND CONTROL CO., LTD.) 28 February 2007 (28.02.2007) the whole document	1-8
A	CN 204094315 U (DONGGUAN SHENGUANG LASER TECHNOLOGY CO.) 14 January 2015 (14.01.2015) the whole 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

"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
06 June 2016	01 July 2016

Name and mailing address of the ISA
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No. (86-10) 62019451

Authorized officer
LIU, Jinna
Telephone No. (86-10) 62085366

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/077625

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2004065055 A1 (TOYOTA STEEL CT CO., LTD. et al.) 05 August 2004 (05.08.2004) the whole document	1-8
A	JP 09141463 A (KOMATSU MFG CO., LTD. et al.) 03 June 1997 (03.06.1997) the whole document	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/077625

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105081584 A	25 November 2015	None	
CN 104400232 A	11 March 2015	None	
CN 104275553 A	14 January 2015	CN 204160048 U	18 February 2015
CN 1919519 A	28 February 2007	CN 100443238 C	17 December 2008
CN 204094315 U	14 January 2015	None	
WO 2004065055 A1	05 August 2004	CN 100398249 C	02 July 2008
		JP 4290656 B2	08 July 2009
		EP 1586407 A4	06 August 2008
		CN 1652895 A	10 August 2005
		AU 2003203192 A1	13 August 2004
		TW 200416091 A	01 September 2004
		US 2006118529 A1	08 June 2006
		EP 1586407 A1	19 October 2005
JP 09141463 A	03 June 1997	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/077625

A. 主题的分类

B23K 26/38(2014.01)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

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）)

CNKI，CNABS，VEN: 激光，镭射，切割，传送带，皮带，磁力，同步，动态，随动，跟随，laser， cutting， strap，belt， magnet+， synchro+， accompany+， follow+

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
PX	CN 105081584 A (宝山钢铁股份有限公司) 2015年 11月 25日 (2015 - 11 - 25) 权利要求1-8	1-8
A	CN 104400232 A (武汉辉科光电有限公司) 2015年 3月 11日 (2015 - 03 - 11) 权利要求1-11及图1-11	1-8
A	CN 104275553 A (广州中国科学院工业技术研究院) 2015年 1月 14日 (2015 - 01 - 14) 全文	1-8
A	CN 1919519 A (大连宝通工业控制有限公司) 2007年 2月 28日 (2007 - 02 - 28) 全文	1-8
A	CN 204094315 U (东莞市神光激光科技有限公司) 2015年 1月 14日 (2015 - 01 - 14) 全文	1-8
A	WO 2004065055 A1 (TOYOTA STEEL CT CO LTD等) 2004年 8月 5日 (2004 - 08 - 05) 全文	1-8
A	JP 09141463 A (KOMATSU MFG CO LTD等) 1997年 6月 3日 (1997 - 06 - 03) 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

“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
2016年 6月 6日	2016年 7月 1日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	刘巾娜
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)62085366

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2016/077625

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	105081584	A	2015年 11月 25日	无			
CN	104400232	A	2015年 3月 11日	无			
CN	104275553	A	2015年 1月 14日	CN	204160048	U	2015年 2月 18日
CN	1919519	A	2007年 2月 28日	CN	100443238	C	2008年 12月 17日
CN	204094315	U	2015年 1月 14日	无			
WO	2004065055	A1	2004年 8月 5日	CN	100398249	C	2008年 7月 2日
				JP	4290656	B2	2009年 7月 8日
				EP	1586407	A4	2008年 8月 6日
				CN	1652895	A	2005年 8月 10日
				AU	2003203192	A1	2004年 8月 13日
				TW	200416091	A	2004年 9月 1日
				US	2006118529	A1	2006年 6月 8日
				EP	1586407	A1	2005年 10月 19日
JP	09141463	A	1997年 6月 3日	无			