



## [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510004921.6

[45] 授权公告日 2007 年 7 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1325210C

[22] 申请日 2005.1.28

[74] 专利代理机构 北京中创阳光知识产权代理有限公司  
代理人 尹振启

[21] 申请号 200510004921.6

[73] 专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100080 北京市海淀区北四环西路 15 号

[72] 发明人 王吉南

[56] 参考文献

US4466786A 1984.8.21

CN2246550A 1997.2.5

CN1289652A 2001.4.4

氮气保护法在微细铝粉生产中的应用 运  
美生等,武警学院学报,第 18 卷第 4 期 2002微细铝粉生产工艺的设计 舒见义,湖南有  
色金属,第 17 卷第 4 期 2001

审查员 杨永红

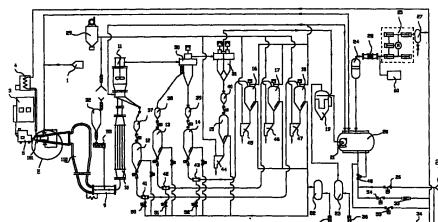
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

[54] 发明名称

微细金属粉末的生产设备

[57] 摘要

本发明公开了一种微细金属粉末的生产设备，包括：气体雾化装置、粉体冷却室、水冷换热装置、粒度分级装置、粉体输送装置、粉体包装装置、气体除尘装置和高压风机；熔融金属经气体雾化装置雾化后，进入到粉体冷却室进行冷却凝固，经水冷换热装置冷却后的粉体经过粒度分级装置分级后，再通过粉体输送装置送入粉体包装装置进行产品包装。本发明不仅将熔融金属气体雾化、粉体冷却、粒度分级、粉体输送、粉体包装、气体除尘回收增压并循环使用、气体泄漏的补充过程连为一体，形成可连续生产的完整系统，而且将雾化室设计为带夹层冷却水套的结构，大大缩小了设备的体积。



1、一种微细金属粉末的生产设备，包括：气体雾化装置、粉体冷却室、水冷换热装置、粒度分级装置、粉体输送装置、粉体包装装置、气体除尘装置、高压风机；熔融金属经气体雾化装置雾化后，进入到粉体冷却室进行冷却凝固，经水冷换热装置冷却后的粉体经过粒度分级装置分级后，再通过粉体输送装置送入粉体包装装置进行产品包装，含有少量微细金属粉末的气体通过气体除尘装置除尘，并由高压风机返回到所述粒度分级装置和所述气体雾化装置进行循环使用；在所述高压风机和所述气体雾化装置之间还设置有氧气监测和控制装置；其特征在于，所述气体雾化装置包括雾化器、锥罩和雾化室，所述雾化室由横喷管和一个沉降室组成，所述锥罩上安装有可导入气体的导风管，所述雾化器通过法兰盘固定在所述锥罩的排气端，所述雾化室外壁设置有冷却水套，所述锥罩内靠近所述雾化器的一段设置有防止气流旋转和使气体分布均匀的导流板，所述锥罩远离所述雾化器的下端  $60^{\circ} \sim 100^{\circ}$  角安装有鱼鳞孔板，该鱼鳞孔板与所述喷管壁之间保持  $10 \sim 50\text{mm}$  的间隙，气体可通过间隙经所述鱼鳞孔板进入到雾化室。

2、根据权利要求 1 所述的一种微细金属粉末的生产设备，其特征在于，所述高压风机设置在一气压平衡罐中。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的一种微细金属粉末的生产设备，其特征在于，还包括气体平衡系统，该系统包括过滤器、气体压缩机和减压阀，所述气压平衡罐的一个输出端依次连接过滤器、气体压缩机和减压阀，所述减压阀的输入端再与所述气压平衡罐的一个输入端相连，构成一个循环回路。

4、根据权利要求 3 所述的一种微细金属粉末的生产设备，其特征在于，所述气压平衡罐还外接一气源，当系统的气压降低时可向系统补充气体。

5、根据权利要求 4 所述的一种微细金属粉末的生产设备，其特征在于，所述锥罩上还设置有可以观察雾化情况的视镜。

6、根据权利要求 5 所述的一种微细金属粉末的生产设备，其特征在于，所述粒度分级装置包括离心分级器、旋风式分级器、旋风除尘器和布袋除尘器，所述离心分级器、旋风式分级器、旋风除尘器和布袋除尘器串联设置。

7、根据权利要求 6 所述的一种微细金属粉末的生产设备，其特征在

---

于，所述粉体输送装置为脉冲气刀栓流式粉体输送系统。

8、根据权利要求 7 所述的一种微细金属粉末的生产设备，其特征在于，所述粉体包装装置包括接收料罐和减压除尘料斗，分级后的金属粉末通过所述脉冲气刀栓流式粉体输送系统进入到所述接收料罐，最后通过所述减压除尘料斗进行包装。

## 微细金属粉末的生产设备

### 技术领域

本发明涉及一种金属粉末的生产设备。

### 背景技术

以往的金属粉末生产设备只是局部地考虑生产的某个过程和环节，缺乏对生产过程的全面考虑，虽然也提出过一个封闭的生产系统，但还有许多地方不完善，如无金属粉末的粒度分级系统，这就使得金属粉末的生产过程还需要在另外的设备上来完成，金属粉料在进出设备的过程很容易造成粉尘飞扬，易形成对环境和粉体的污染，增加粉尘爆炸的危险性，因为金属粉末特别是一些活泼金属如铝、镁等，与空气混合后在一定的条件下就有爆炸危险。随着金属粉末粒度的减小，这种危险就越大。此外，没有循环水冷却系统，使得设备体积庞大，占地面积大；没有气体泄漏的补气系统，使得设备不能连续稳定大批量地生产微细金属粉末。

### 发明内容

针对上述存在的问题，本发明的目的在于提供一种微细金属粉末的生产设备，该设备将熔融金属气体雾化、粉体冷却、粒度分级、粉体输送、粉体包装、气体除尘回收增压并循环使用等过程连为一体，形成封闭的、可连续生产的完整系统。

为实现上述目的，本发明一种微细金属粉末的生产设备包括：

气体雾化装置、粉体冷却室、水冷换热装置、粒度分级装置、粉体输送装置、粉体包装装置、气体除尘装置、高压风机；熔融金属经气体雾化装置雾化后，进入到粉体冷却室进行冷却凝固，经水冷换热装置冷却后的粉体经过粒度分级装置分级后，再通过粉体输送装置送入粉体包装装置进行产品包装，含有少量微细金属粉末的气体通过气体除尘装置除尘，并由高压风机返回到所述粒度分级装置和所述气体雾化装置进行循环使用；在所述高压风机和所述气体雾化装置之间还设置有氧气监测和控制装置；所述所述气体雾化装置包括雾化器、锥罩和雾化室，所述雾化室由横喷管和一个沉降室组成，所述锥罩上安装有可导入气体的导

风管，所述雾化器通过法兰盘固定在所述锥罩的排气端，所述雾化室外壁设置有冷却水套，所述锥罩内靠近所述雾化器的一段设置有防止气流旋转和使气体分布均匀的导流板，所述锥罩远离所述雾化器的下端 60°～100°角安装有鱼鳞孔板，该鱼鳞孔板下与所述喷管壁之间保持 10～50mm 的间隙，气体可通过间隙经所述鱼鳞孔板进入到雾化室。

进一步地，所述高压风机设置在一气压平衡罐中。

进一步地，还包括气体平衡系统，该系统包括过滤器、气体压缩机和减压阀，所述气压平衡罐的一个输出端依次连接过滤器、气体压缩机和减压阀，所述减压阀的输入端再与所述气压平衡罐的一个输入端相连，构成一个循环回路。

进一步地，所述气压平衡罐还外接一气源，当系统的气压降低时可向系统补充气体。

进一步地，所述锥罩上还设置有可以观察雾化情况的视镜。

进一步地，所述粒度分级装置包括离心分级器、旋风式分级器、旋风除尘器和布袋除尘器，所述离心分级器、旋风式分级器、旋风除尘器和布袋除尘器串联设置。

进一步地，所述粉体输送装置为脉冲气刀栓流式粉体输送系统。

进一步地，所述粉体包装装置包括接收料罐和减压除尘料斗，分级后的金属粉末通过所述脉冲气刀栓流式粉体输送系统进入到所述接收料罐，最后通过所述减压除尘料斗进行包装。

本发明不仅将熔融金属气体雾化、粉体冷却、粒度分级、粉体输送、粉体包装、气体除尘回收增压并循环使用、气体泄漏的补充过程连为一体，形成封闭的、可连续生产的完整系统，可以生产平均粒度小于 45 μm 的金属粉末，以及有球形要求的金属粉末，而且将雾化室设计为带夹层冷却水套的结构，大大缩小了设备的体积；此外，通过离心分级器、旋风式分级器、旋风除尘器和布袋除尘器的几级分离，可以获得粒度分布更窄的微细金属粉末。

## 附图说明

图 1 是本发明的结构示意图；

图 2 是图 1 中的 E 部放大视图；

图 3 是图 1 中的 A-A 视图；

图 4 是图 1 中的 B 向视图；

图 5 是图 1 中 C 向视图；  
图 6 是图 5 中 D-D 视图。

具体实施方式：

如图 1 所示，金属材料在金属熔化炉 3 中熔化，并保持金属液温度雾化所需的过热温度，雾化前金属液转入金属中间保温炉 5，以保证雾化时的金属液温度。金属中间保温炉 5 中的金属液通过输液管与雾化器 101 相连，雾化气体的压力可以选择在 1.0~8.0MPa，为获得同种材料粉末粒度的大体一致性，雾化压力应稳定在一个很小的范围。为了生产出微细的金属粉末，防止雾化时气体减压膨胀时的冷凝，雾化气体是经过气体加热炉 4 加热的，气体温度可根据生产的不同金属粉末和输气管的材质选择在 100-600℃。如图 2~6 所示，雾化装置包括雾化器 101、锥罩 105 和雾化室 110，锥罩 105 上安装有可导入气体的导风管 108，雾化器 101 通过法兰盘 106 固定在锥罩 105 的排气端，雾化室 110 外壁设置有冷却水套 107，锥罩 105 内靠近雾化器 101 的一段设置有防止气流旋转和使气体分布均匀的导流板 104。雾化室 110 是气体雾化制粉过程中液滴冷却凝固成粉末所需要的一个空间，它是一个横喷的雾化室，由横喷管和一个沉降室组成，设计冷却水套可以缩小设备体积。雾化室 110 也可以是竖直安放的，雾化器 101 在上端，向下喷射或雾化器 101 在下端向上喷射。干净气体以一定的速度从锥罩 105 流出，通过导流板 104 后进入到雾化室 110，锥罩 105 的作用之一是为雾化后的金属液滴提供一个快速凝固的冷却环境，作用之二是防止雾化室内扬起的粉尘被中心的高速雾化射流引射到雾化器 101 出口，造成大量粉末颗粒相互粘连以及在雾化器 101 出口处粉尘堆积，改变喷嘴出口形状，造成细粉率降低和喷嘴堵塞。雾化室 110 的下部设置有一个流态化装置，它是在锥罩 105 远离雾化器 101 的下端 60~100° 角部分安装有鱼鳞孔板 109，如图 4 中的 b 角；鱼鳞孔板 109 与喷管壁之间保持一定间隙可在 10~50mm，干净气体可通过间隙经鱼鳞孔板 109 进入到雾化室 110。鱼鳞孔板 109 与锥罩 105 是搭接的，防止金属粉尘沉降堆积在横喷管上。在锥罩 105 上还设置有可以清楚的观察雾化情况的视镜 111。

本发明提出了使用换热器来冷却金属粉末和气体，可以缩小设备体积和减少占地面积。在高压风机 21 和气体压缩机 25 的作用下金属粉末和气体混合两相流以一定的风速 10~30m/s 进入套管式换热器 9 和竖直

放置的列管式换热器 10，冷却后的气-固两相流进入粒度分级装置。换热器冷却介质是循环水。为了安全以及提高系统的密封性和减小躁声，高压风机 21 安装在气压平衡罐 20 中，气压平衡罐 20 外壁带有冷却水套，以降低风机出口温度。

本发明提出了将带叶轮转速可调的离心式分级器 11 一台或多台与旋风式分级器 30、旋风除尘器 31 以及布袋除尘器 19 串联使用，并与整个系统连为一体，一次可分离出多种粒度的金属粉末。气-固两相流进入离心分级器 11，它是通过一个旋转的叶轮来调整分级的粒度，叶轮转速由变频器控制三相交流电动机的转速进行调整，可在 0-2900 转/分间无级调速。根据产品的粒度要求选择变频器的频率，频率越高电机转速越大，进入下一级的金属粉末粒度越细。分级点（进入下一级分级的平均粒度）与转速之间的关系是靠经验取得的数据进行调整的，最粗的金属粉末收集于分级器下部的缓冲罐 37，然后进入发送料罐 12 中。为了获得更多的粒度产品和更精细的粒度分布可以再串连若干台这种离心分级器。较细的金属粉末进入旋风式分级器 30。这种分级器的结构是在进气蜗壳中央有一个圆锥台，在接近蜗壳进气口下方处有一个产生蜗流的陷井，含金属粉末的气体以一定速度进入蜗壳中，在离心力的作用下较粗的粉沿壁面运动，在蜗流陷井的作用下落入管中，经缓冲罐 38 收集于发送料罐 13 中；较细的粉沿锥台落入中心的旋风分离器 30 中，经缓冲罐 39 收集于发送料罐 14 中，这样一次分离出两种不同粒度的金属粉末。旋风除尘器 31 的结构与原理与普通旋风除尘器基本一样，由两台并联使用，气体中最细的金属粉末由布袋除尘器 19 收集。这样一次可分离出多种不同粒度的金属粉末。

本发明采用脉冲气刀栓流式粉体输送系统，与整个系统连为一体。脉冲气刀栓流式粉体输送系统分别设置在离心式分级器 11、旋风式分级器 30 的料罐下部，将经过粒度分级后大量的金属粉末送至专门的包装间，可以改善工作环境，使得生产过程更安全。金属粉末经缓冲料罐 37、38、39 到发送料罐 12、13、14，当达到一定料位时，关闭进料阀，打开松料阀，当罐内压力达到 0.1~0.2MPa 时，启动脉冲信号发生器 50、51、52，气刀阀 41、42、43 工作，打开出料阀，这时金属粉末沿管子流入接收料罐 16、17、18 中，含少量金属粉尘的输送气体回到离心式分级器 11 的二次进风中，省去了尾气除尘装置。旋风除尘器 31 收集的金属粉末先储存于缓冲料罐 40，当达到一定料位时，金属粉末经缓冲料罐 40 到发送料罐 15，并通过其下部设置的减压除尘料斗 44 收集金属粉末。

本发明的包装工位可以有效的防止粉尘外泄，提高安全性。如图 1 所示，接收料罐 16、17、18 下部各有一个减压除尘料斗 45、46、47。出料时将包装塑料袋套在减压除尘料斗 44、45、46、47 的出料口上，将接收料罐 15、16、17、18 下部蝶阀打开，控制阀门开度，金属粉末落入料斗中，接收料罐 15、16、17、18 内压力在料斗中泄放，扬起的粉尘大部份沉降于包装塑料袋中，少量粉尘通过管道经扁袋除尘机组 29 的风机抽除。

经过多级粒度分级器分离的气体中还带有少量微细金属粉末，经过除尘后才能循环使用。含尘气体经过脉冲反吹式布袋除尘器 19 进行分离，在脉冲反吹式布袋除尘器 19 收集下来的金属粉末其粒度可达到  $0.5\text{--}3\mu\text{m}$ 。其布袋反吹的气源来自储气罐 23，气体是循环使用的。

经过除尘后的气体进入高压风机 21 循环系统使用。进入气体压缩机 25 和真空泵 60 的气体还必需经过高效过滤器 24 进行除尘以滤除最细微的金属粉末。

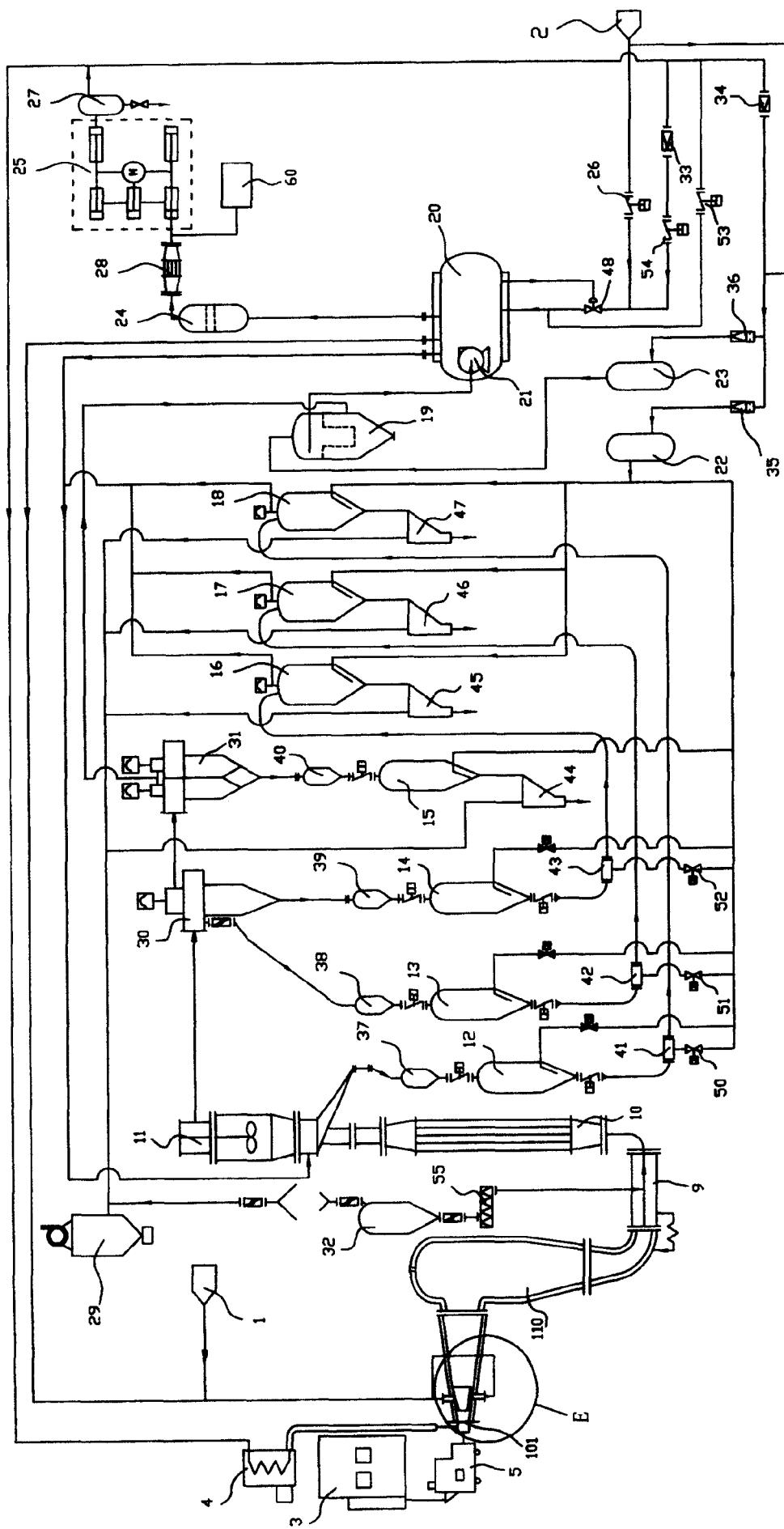
本发明的整个装置运行前通过真空泵 60 抽除空气，然后将预先制备好符合要求的气源 2，如氮气或惰性气体通过管道充入系统。循环气体经气压平衡罐 20 内的高压风机 21 进入罐内，大部份气体进入雾化室 110，一部分气体进入离心分级器，形成了这部分气体的循环使用。风量大小的分配可通过管道上的阀进行调整。另一部分气体经过高效过滤器 24 进入气体压缩机 25，气体加压后储存于中压储气罐 27 中，为雾化器 101 提供稳定的压力气源，气体经气体加热炉 4 加热后，提供给雾化器 101。经雾化器 101 降压后的气体又回到气压平衡罐 20 内。气体压缩机 25 工作时的出口压力保持在  $2.0\text{--}10.0\text{MPa}$ 。气体压缩机 25 进气口有列管换热器 28，以降低进气温度，提高压缩机工作效率。气体压缩机的吸气量很难做到与雾化器 101 的耗气量完全一致，我们提出应大于雾化器 101 的消耗量，这样会造所系统内的气体压力降低。为了达到平衡，本发明特别提出了一套减压平衡系统，气体压缩机 25 出口过量的气体经减压后回到平衡罐 20 内，再循环使用。气体从气体压缩机 25 出口中压储气罐 27 到减压阀 33 过经一次减压后，再经自力式调节阀 48 进行二次减压，其出口压力调整到  $0.1\text{--}0.5\text{KPa}$ ，也就是在压力达到  $0.1\text{--}0.5\text{KPa}$  时调节阀 48 自动关闭。当低于  $0.1\text{--}0.5\text{KPa}$  调节阀 48 开启。当平衡罐 20 内压力降至设定值下限例如  $0.1\text{KPa}$  时，打开气动充气阀 53 直接向平衡罐 20 内充气。如果平衡罐 20 内压力高于设定上限压力例如  $0.6\text{KPa}$  时，开启设置在平衡罐 20 上的微压放空阀向外放气。这样就保证了气体循环使用过程的流

量、压力平衡。压气机出口过量的气体还通过减压阀 34 和过滤减压阀 35、36 二次减压后储存于储气罐 22、23 中，为脉冲反吹式布袋除尘器 19 和脉冲气刀栓流式密相输送系统提供压力气源。这样所有的氮气都被回收循环使用。

本发明提出了气体泄漏自动补充系统。由于设备、管路、气体压缩机活塞环以及出料等均可造成装置内一部份气体的外泄，所以连续生产过程需向装置内补充气体。气源 2 提供了满足压力、流量的气体。系统内气体泄漏时，气体压缩机 25 出口储气罐 27 压力会逐渐下降，当达到设定最低压力时，二次仪表控制补气气动阀 26 开启，同时循环气气动阀 54 关闭，循环气体被阻断，气体从气源 2 向装置内补气。补充的气体使得氮气压缩机 25 出口储气罐 27 压力逐渐升高，当压力达到设定压力上限时，二次仪表控制补气气动阀 26 关闭，同时循环气气动阀 54 开启。这样一个补气过程完成，装置又恢复到循环运行状态。

本发明的整个制粉装置单独作金属粉末的粒度分级系统使用时，雾化制粉部分应停开（金属熔化炉 3、金属中间保温炉 5、气体加热炉 4、氮气压缩机 25 停开），其他部分开启。可将待分级的金属粉末，倒入分级料罐 32 中，通过分级料罐 32 底部定量加料器 55 上的变频器调整加料器 55 的电机转速来控制送粉量。在高压风机 21 吹吸的作用下，金属粉末经过粒度分级系统可进行二次分级。经过二次分级的金属粉末，粒度分布可以更窄。

本发明提出的是一套连续生产微细金属粉末的系统，长时期的气体循环，会带来一系列的问题。气体的氧含量、露点等是决定生产安全和金属粉末颗粒形状等的关键。活泼金属粉末表面没有钝化处理，接触空气或水后会发生自燃，而且随着金属粉末粒度的减小，这种危险性就越大，例如微细铝粉、镁粉等。以铝粉为例，生产球形铝粉气体可控制氧含量在 1~0.1% 之间，生产非球形铝粉氧含量可控制在 5~9% 之间，露点应控制在小于 -40C°，连续生产过程，系统内循环气体是一个耗氧过程，在高压风机 21 和气体雾化装置之间设置氧气监测和控制装置，通过干燥压缩空气进气口 1 来控制系统内气体氧含量。



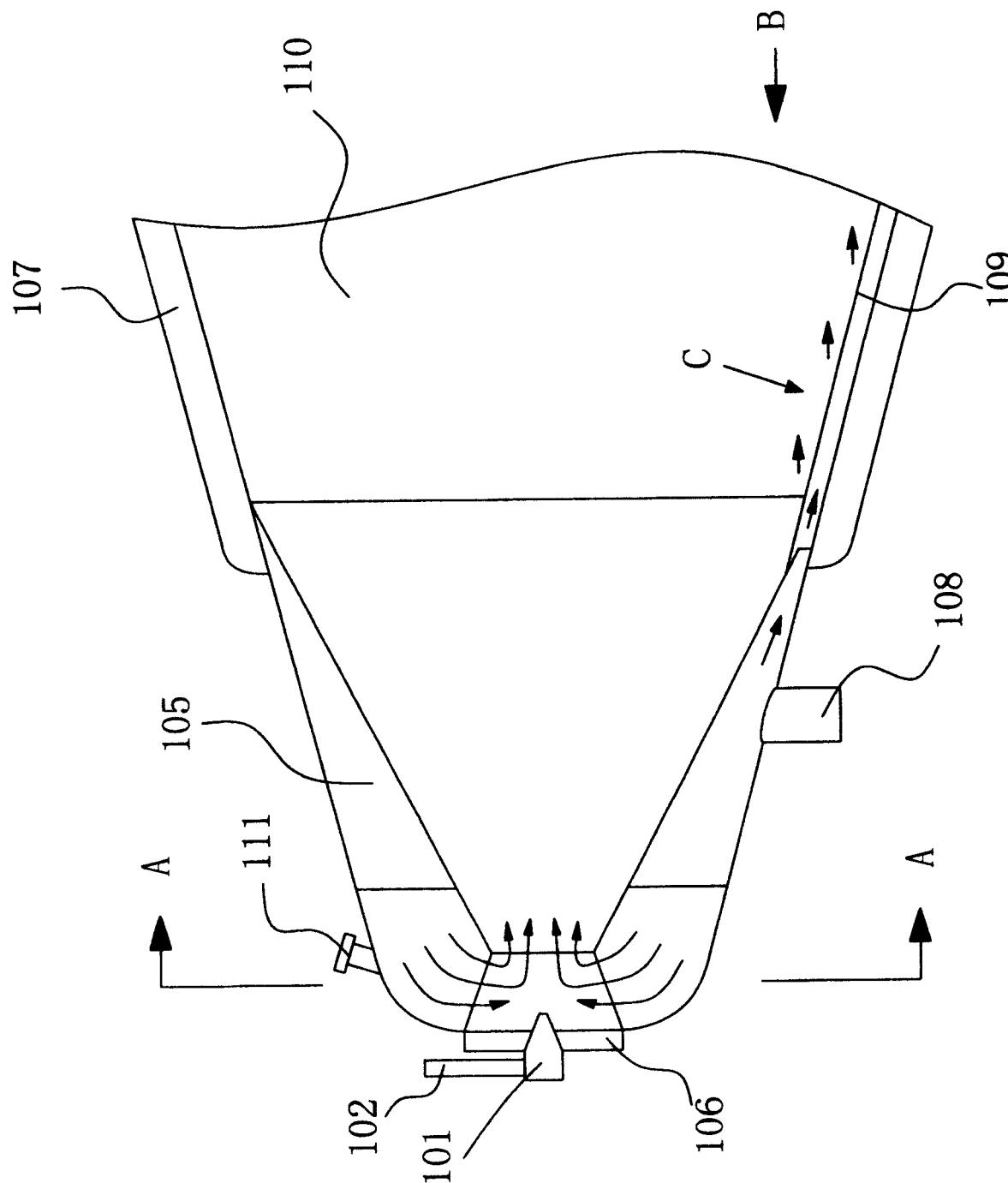
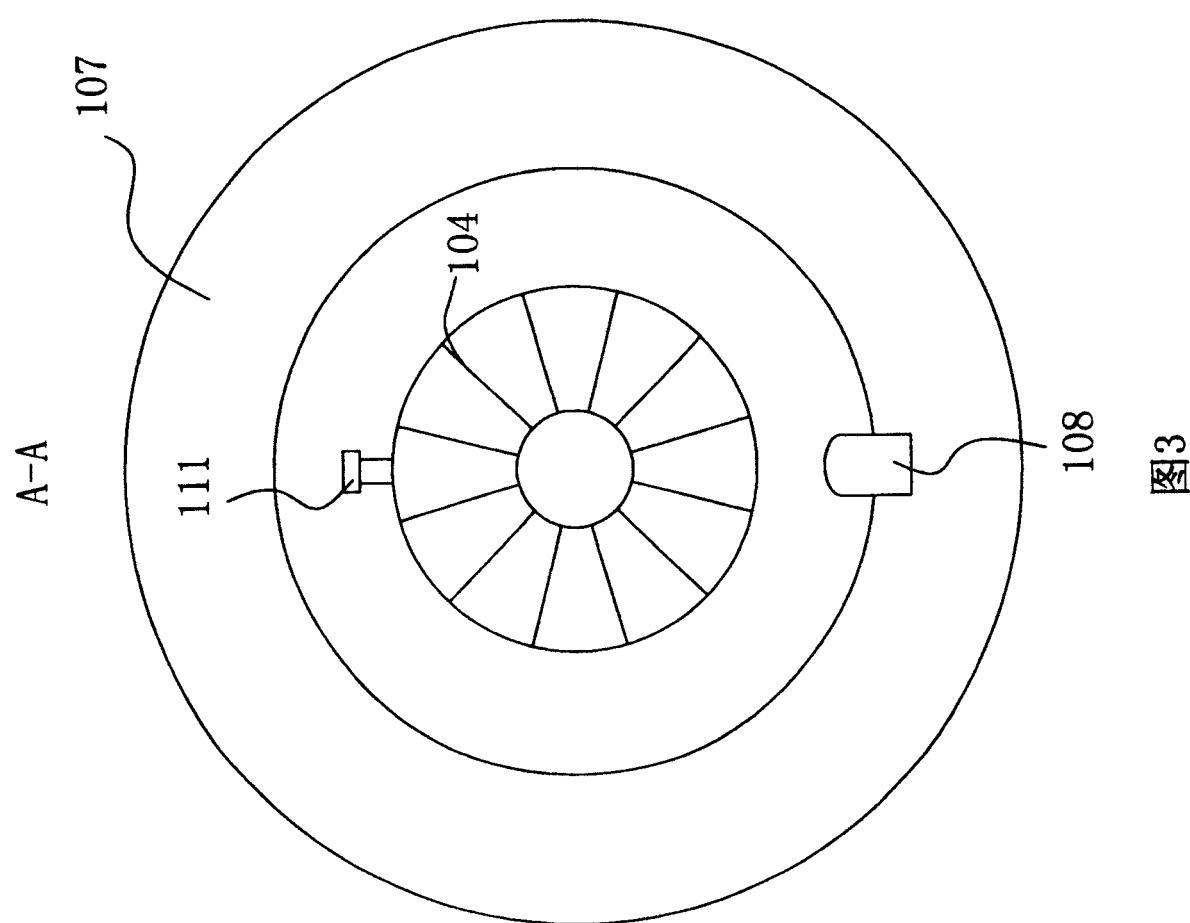
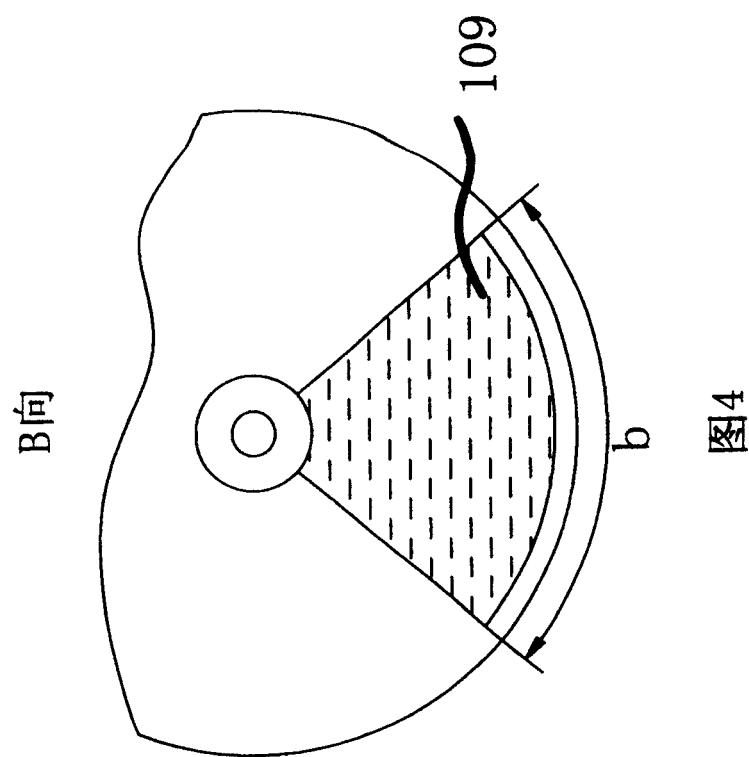


图2



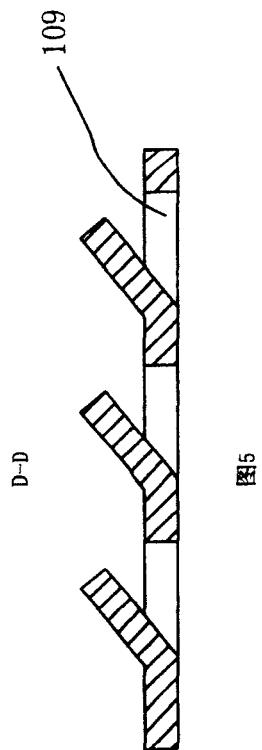


图5

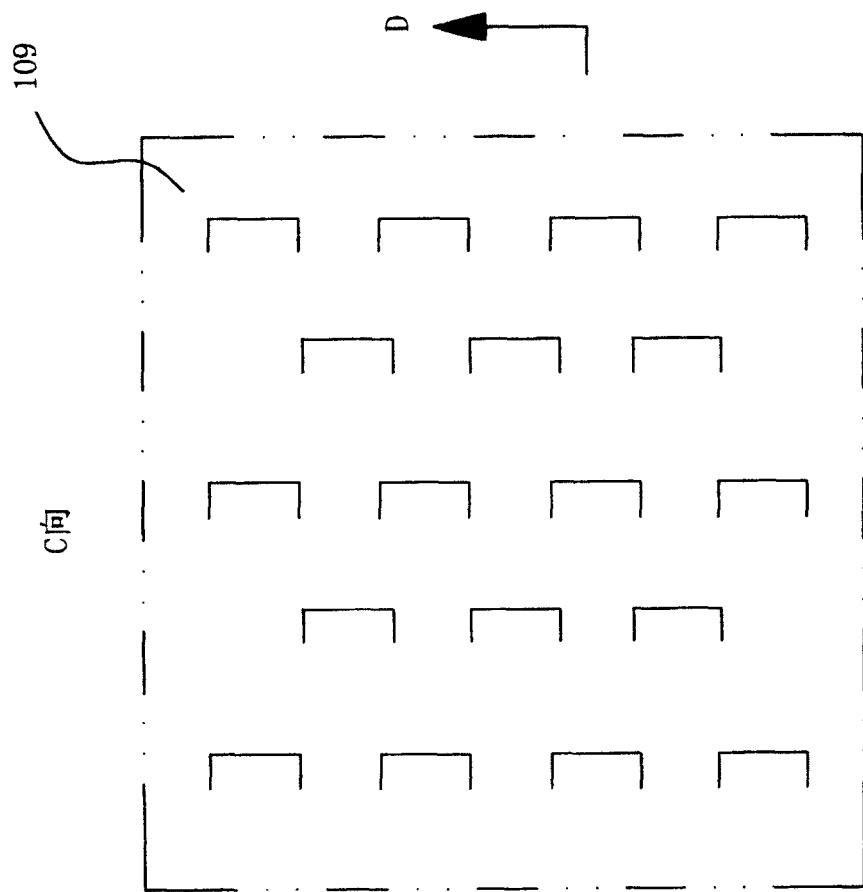


图6

