(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103415359 B
(45)授权公告日 2016.08.10

(21)申请号 201280012496.3

(22)申请日 2012.03.07

(30)优先权数据
2011900864 2011.03.10 AU

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2013.09.10

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/AU2012/000231 2012.03.07

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2012/119196 EN 2012.09.13

(73)专利权人 联邦科学和工业研究组织
地址 澳大利亚澳大利亚首都直辖区

(72)发明人 R·S·威尔逊 M·尤萨夫
N·A·斯通 D·J·B·里奇
G·M·D·坎廷 M·A·吉布森
I·C·托马斯

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038
代理人 张涛

(51)Int.Cl.
B21C 23/04(2006.01)
B21C 23/08(2006.01)
B22F 3/20(2006.01)

(56)对比文件
CN 1087297 A,1994.06.01,全文.
CN 1935403 A,2007.03.28,全文.
CN 101623712 A,2010.01.13,全文.
JP 58-221613 A,1983.12.23,全文.
JP 59-113920 A,1984.06.30,全文.
JP 61-195969 A,1986.08.30,全文.
US 5284428 A,1994.02.08,全文.
JP 10-166035 A,1998.06.23,全文.
CN 10-1284350 A,2008.10.15,全文.

审查员 张晓娇

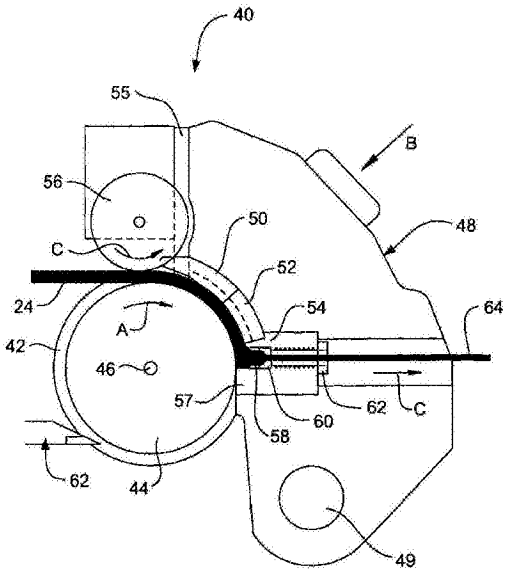
权利要求书4页 说明书19页 附图8页

(54)发明名称

挤出成形可高温成形的有色金属

(57)摘要

使用挤出系统挤出在空气中进行处理期间易于脆变的可高温成形有色金属的给料，所述挤出系统具有可旋转的轮和靴状件，所述靴状件覆盖围绕轮的外周的槽的长度的一部分，以形成弓形通路，所述靴状件具有：抵接部，所述抵接部基本封闭通路的第二端部；和挤出模具，所述挤出模具通过模腔与抵接部间隔开。所述处理包括在由送料机装置限定的室中将给料预热到不低于约390℃，在加热给料的同时保持送料机装置的室中的保护气氛。然后，将经过预热的给料传送到通路的入口端部，并且沿着通路牵拉给料，以便通过抵接部迫使经过预热的给料进入到模腔并且通过模具的挤出孔口，以提供挤出产品。



CN 103415359 B

1.一种使用设备挤出能够高温成形的有色金属的给料的处理方法，所述能够高温成形的有色金属在空气中进行处理期间易于脆变，所述设备包括挤出系统，所述挤出系统具有靴状件和能够旋转的轮，所述靴状件能够定位成使得所述靴状件能够覆盖围绕所述轮的外周的槽的长度的一部分以形成弓形通路，所述弓形通路具有第一入口端部和第二端部，所述靴状件具有抵接部和挤出模具，所述抵接部基本封闭所述通路的第二端部，所述挤出模具通过模腔与所述抵接部间隔开；其中，所述给料选自钛、钽、铌、钛合金、钽合金和铌合金，所述处理方法包括以下步骤：

在由送料机装置限定的室中，将所述给料预热到不低于390℃的预热温度；

在所述送料机装置中将所述给料加热到所述预热温度的同时，在所述送料机装置的室中保持基本没有氧气和氮气的保护气氛；

将经过预热的给料从所述送料机装置传送至所述通路的第一入口端部；

沿着所述通路牵拉经过预热的所述给料，以便通过与所述抵接部相接合而迫使经过预热的所述给料进入到所述模腔中并且通过由所述模具限定的挤出孔口，以提供挤出的产品；和

所述挤出的产品从模具孔口经过并被冷却。

2.根据权利要求1所述的处理方法，其中，所述预热温度远远超过仅通过由所述轮的旋转和挤出所产生的给料的摩擦和剪切变形所产生的温度。

3.根据权利要求1所述的处理方法，其中，所述给料是钛或者钛合金，并且其中，所述预热温度处于760℃至1140℃的范围内。

4.根据权利要求1所述的处理方法，其中，所述给料是钽、钽合金、铌和铌合金中的任意一种，并且其中，预热在800℃至1100℃的范围内进行。

5.根据权利要求1所述的处理方法，其中，所述给料是粗颗粒的钛，并且所述预热温度不超过650℃，由此挤出产品是超细颗粒产品。

6.根据权利要求1所述的处理方法，其中，所述给料包括松散的粉末或者球状粉末，并且所述预热温度是从400℃到850℃。

7.根据权利要求1所述的处理方法，其中，所述给料从所述送料机装置连续传送至所述挤出系统的通路的入口。

8.根据权利要求1所述的处理方法，其中，所述给料是细长棒的形式，并且通过所述送料机装置被连续传送至所述挤出系统的通路的入口。

9.根据权利要求1所述的处理方法，其中，所述给料包括棒形式的段，并且所述段以首尾相接的方式从所述送料机装置传送至所述挤出系统的通路的入口。

10.根据权利要求1所述的处理方法，其中，所述给料包括未压实的或者球状的粉末，所述未压实的或者球状的粉末从所述送料机装置在所述通路的入口附近传送至所述轮的槽。

11.根据权利要求1所述的处理方法，其中，所述给料在从所述送料机装置传送至所述挤出系统的通路的入口的过程中被保持在保护气氛中。

12.根据权利要求1所述的处理方法，其中，所述挤出产品从模具孔口进入到保护气氛中，在所述保护气氛中所述挤出产品被冷却至所述挤出产品能够暴露于大气中的氧气和氮气的温度。

13.根据权利要求11或12所述的处理方法，其中，所述保护气氛包括氩气。

14.根据权利要求1-4、7-9和11至12中的任意一项所述的处理方法，其中，所述给料包括实心棒形式的给料或压实粉末棒形式的给料，所述给料被预热到800℃至1100℃的温度，并且，在挤出启动时，挤出机系统的部件被快速加热至相应的初始操作温度并且冷却，以实现相应的稳态温度，并且其中，启动温度是

CR 200-400℃

Sl 300-450℃

A 300-600℃

Dl 300-500℃

W 100-400℃

其中，CR表示毗邻所述通路的入口的模压辊，其中，在辊轴承壳体处测量温度；

Sl表示靴状件嵌入件，在所述靴状件嵌入件处形成所述模具块体延伸部；

A表示所述抵接部；

Dl表示压模嵌入件；和

W表示所述轮。

15.根据权利要求14所述的处理方法，其中，所述启动温度是：

CR 250-300℃

Sl 320-400℃

A 450-550℃

Dl 350-400℃

W 180-300℃。

16.根据权利要求14所述的处理方法，其中，所述稳态温度是：

CR 300-400℃

Sl 600-700℃

A对Ta或Nb为600-1050℃，对Ti为600-950℃

Dl 600-800℃

W(a) 250-400℃

W(b) 600-1000℃，并且

其中，W(a)表示与所述抵接部径向相对地获取的轮的稳态温度，并且W(b)表示所述抵接部前面的获取的轮的稳态温度。

17.根据权利要求14所述的处理方法，其中，所述稳态温度是：

CR 小于 350℃

Sl 600-630℃

A 600-650℃

D1 500-650℃

W（a）250-290℃

W（b）600-750℃

其中，W(a)表示与所述抵接部径向相对地获取的轮的稳态温度，并且W(b)表示所述抵接部前面的获取的轮的稳态温度。

18.一种利用能够高温成形的有色金属的给料生产挤出产品的设备，所述能够高温成形的有色金属在空气中进行处理期间易于发生脆变，所述金属选自钛、钽、铌、钛合金、钽合金和铌合金，所述设备包括：

(a)挤出系统，所述挤出系统具有：

-能够旋转的轮，所述能够旋转的轮具有围绕所述轮的外周的槽；

-靴状件，所述靴状件能够定位成覆盖所述轮的槽的长度的一部分，以形成具有第一入口端部和第二端部的弓形通路；

-抵接部，所述抵接部由所述靴状件承载或者限定，用于基本封闭所述通路的第二端部；和

-挤出模具，所述挤出模具由所述靴状件承载并且通过由所述靴状件所限定的挤出室与所述抵接部间隔开；

(b)送料机装置，所述送料机装置限定能够接收给料的室，给料能够从所述室传送至所述挤出系统的通路的入口；

(c)加热器，所述加热器与所述送料机装置相联，并且能够操作以在所述给料位于所述室中时将所述给料加热至不低于390℃的预热温度；

(d)连接装置，所述连接装置与所述送料机装置相联，并且能够连接到保护气体的加压源，以使得能够在所述给料被加热到所述预热温度的同时在所述室中保持保护气体的气氛；

(e)供给装置，其用于将经过预热的给料从所述送料机装置供给至所述挤出系统的通路的第一入口端部，以使得能够通过轮的旋转将经过预热的给料沿着所述通路牵拉，由此通过与所述抵接部相接合迫使经过预热的给料进入模腔并通过由模具限定的挤出孔口，以生产挤出产品；和

(f)细长的排放容器，所述排放容器形成用于挤出机系统的出口，挤出的产品能够通过所述出口，由此，所述挤出的产品能够冷却至所述产品在离开所述排放容器之前能够被操作的温度。

19.根据权利要求18所述的设备，其中，所述送料机装置包括细长的室，所述细长的室具有：用于接收棒形式的给料的入口端部；和出口端部，经过预热的给料能够通过所述出口端部传送至所述挤出系统的通路的入口。

20.根据权利要求19所述的设备，其中，所述送料机装置包括：气闸，棒形式的给料的段能够被接收到所述气闸中，其中，所述气闸能够连接到加压保护气体源，以便在所述给料传送到所述室之前利用保护气体冲洗所述给料；和进给阀，所述进给阀位于所述气闸和室之间并且能够操作，以便使所述给料能够从所述气闸传送至所述室或者阻止所述给料从所述

气闸传送至所述室。

21.根据权利要求19所述的设备，其中，门设置在所述室的出口端部和所述送料机装置的出口端部部分之间，经过预热的给料能够通过所述门到达所述挤出系统的通路的第一入口端部。

22.根据权利要求18所述的设备，其中，所述加热器是射频感应加热器或者电阻加热器。

23.根据权利要求18所述的设备，其中，所述送料机装置由能够旋转地安装的倾斜的管状回转窑构成，所述回转窑具有容器，用于在所述窑的上端部处供应松散的粉末给料，其中，所述窑的下端部具有引导装置，用于将经过预热的粉末在毗邻所述通路的第一入口端部的位置处引导到所述挤出系统的轮的槽中，其中，加热器位于所述窑的上端部和下端部的中间；所述送料机装置还包括用于旋转所述窑的旋转装置。

24.根据权利要求23所述的设备，其中，所述窑的上端部处的供应装置是给料斗，所述给料斗具有用于将粉末给料排放在所述窑的上端部内的出口，所述给料斗具有连接件，所述连接件使得能够将保护气体供应到所述给料斗，用于与所述粉末一起排放到所述窑的上端部中。

25.根据权利要求23所述的设备，其中，所述引导装置是排放料斗，所述窑的下端部能够在所述排放料斗的上端部中旋转，所述排放料斗具有位于所述挤出系统的轮的槽上方的出口料槽。

26.根据权利要求25所述的设备，其中，所述窑的上端部处的供应装置是给料斗，所述给料斗具有用于将粉末给料排放在所述窑的上端部内的出口，所述给料斗具有连接件，所述连接件使得能够将保护气体供应到所述给料斗，用于与所述粉末一起排放到所述窑的上端部中；并且

其中，所述给料斗和排放料斗中的至少一个具有相联的轻敲装置，所述轻敲装置能够操作以帮助粉末材料流动。

27.根据权利要求23至26中的任一项所述的设备，其中，刮刀装置设置在所述窑中，以便帮助所述粉末给料从所述窑的下端部流动。

28.根据权利要求23所述的设备，其中，所述加热器包围所述窑的位于所述上端部和下端部中间的至少一个区域。

挤出成形可高温成形的有色金属

技术领域

[0001] 本发明涉及能够进行连续操作的用于挤出成形有色金属的处理和设备。本发明具体应用于可高温成形的有色金属，例如钛、钽和铌，所述可高温成形的有色金属在升高温度条件下在空气中进行处理期间易于发生脆变。当在此使用时，提及的例如“钛”、“钽”或“铌”的金属包括金属及其合金。所述处理具体应用于生产钛棒和钛丝，而且还能够用于生产钛的其它细长形式，以及其它可高温成形的有色金属合金的棒、丝或其它细长形式，所述其它可高温成形的有色金属合金包括但不局限于钽和铌。

背景技术

[0002] 由通过克罗尔法生产的型坯挤出成形钛丝和钛棒。克劳尔型坯批量生产并且价格昂贵。由克劳尔型坯铣削或者挤出成形金属丝和棒包括多步骤分批操作，这导致低材料产量(material yield)和低产品量(product volume)。期望的是能够使用更便宜的给料，特别是钛粉、再生碎片、金属棉颗粒等，并且期望的是能够以增加的产量和降低的处理成本的情况下以增加的产品量在更少的处理步骤中连续形成细长的钛产品，例如金属丝和棒。

[0003] 经由主要和次级途径来处理钽和铌。主要处理处于非常高的温度条件下并且需要在高真空条件下热处理、熔融(或者烧结)，以防止与扩散到基体中的氧气和氮气发生反应并且导致发生脆变。主要途径包括在高于3000℃(对铌为2415℃)的条件下使用真空熔融方法制造型坯，或者由冷压或者热压粉末制造型坯，所述冷压或者热压粉末在真空条件下在2000℃烧结。次级处理通常在室温条件下进行，其中在约90％还原之后进行中间再结晶退火，以生产用于拔丝的小条。因此，传统处理由分批处理分段。因此，期望的是以连续的方式在较低温度下在单个操作中生产最终钽或铌的金属丝或者棒。

[0004] 用于生产铝和铜挤出制品的已知处理使用连续的旋压操作。使用旋压的主要处理是“Conform”处理。Conform处理具有多种变体，例如那些基于Holton和BWE机器的变体，但是这些变体遵守连续旋压的同样原理。最近的变体与传统连续旋压的略微不同之处在于其主要目的是提供给料的剧烈塑性变形，而不没有显著改变原料的横截面。

[0005] 旋压处理使用这种类型的设备，所述设备由具有可旋转的轮和固定的靴状件的挤出系统构成，所述固定的靴状件覆盖轮外周周围的槽的长度的一部分，以便形成弓形通路。靴状件具有抵接部，所述抵接部封闭通路的一个端部，而通过模室与抵接部间隔开的成形模具或者挤出模具限定模具孔口。在环境温度条件下将给料在所述通路的远离抵接部的端部处供给到通路的入口，并且轮的旋转致使通过与轮的摩擦接合(超过与靴状件的摩擦接合)而沿着通路牵拉给料。通过摩擦接合，给料充分受热并且受压，以通过与抵接部接合而迫使给料进入到模室中，并且所述给料挤出通过模具孔口。在以下美国专利中提供了这种类型的设备和使用所述设备的处理的变体的示例：

[0006] a)Green名下的3765216和3872703;Etherington名下的4101253;Green等人名下的4044587;Hunter等人名下的4055979和已故Green等人名下的4061011，所有这些专利均转让至英国原子能管理局；

[0007] b)Moreau名下的4041745,转让给Trefimetaux;

[0008] c)East等人名下的4552520,转让给Metal Box Public股份有限公司;

[0009] d)Anderson等人名下的4650408,转让给Babcock Wire Equipment有限责任公司;

[0010] e)Sinha等人名下的5167138、5284428和5503796,转让给The Southwire有限公司;和

[0011] f)Zhu等人名下的7152448,转让给Los Alamos National Security,LLD。

[0012] 这些专利中的每一个均公开了连续挤出成形给料,连续挤出成形细长固体原料或者粉末。当确定时,金属通常是铜和或铝或者它们的合金,其中,在大气温度条件下从给料开始挤出成形。

[0013] 尽管旋压处理用于生产铜和铝产品段,但是其对横截面尺寸和其它难度并不是没有限制。然而,发现适于操作铜或者铝给料的条件并不适用于可高温成形的有色金属(如钛、钽和铌给料),所述可高温成形的有色金属在空气中在升高温度的条件下进行处理期间易于发生脆变。

[0014] Etherington名下的美国专利′253针对由于脉动应力造成的轮的疲劳断裂发展,该脉动应力在紧挨着抵接构件前方处达到最大,但在抵接构件之外下降到最小。而且Moreau名下的美国专利′745指出由给料和通路壁之间的摩擦产生的热量较大并且有时过高。此外,能够在模具附近形成盲区,而同时由于因摩擦产生的热量吸收的动能而使得能量输出较小。Moreau声称对于某些金属而言若干缺陷足以使得处理相当不适合。我们发现在试图用可高温成形有色金属的金属(诸如,钛、钽和铌)进行传统连续挤出处理时也是如此,所述可高温成形的有色金属在空气中在升高温度条件下易于发生脆变。

[0015] Hunter等人名下的美国′979证实Etherington关于通路在其壁由于挤压原料而承受循环应力时所经受的应变的发现。由Hunter等人提出的机制是在轮旋转时由其经受压力/温度循环,从而导致在所有槽表面上皆出现微小的疲劳裂纹。我们相信对于本发明涉及的钛、钽和铌以及其它金属,由于它们的挤出成形需要显著更高的压力水平,所以将使所述问题加剧。East等人名下的美国专利′520概括了在通路的出口端附近通过必需的工作间隙挤出的金属或者“溢料(flash)”所出现的其它问题。除了迫使停机以移除溢料之外,它增加了作用在轮上的摩擦阻力并且增加了由摩擦产生的热量和轮和靴状构件的多个部件的操作温度。Sinha等人名下的美国专利′138、′428和′796证明由巨大的摩擦阻力和由给料抵抗的合成轴向应力产生的巨大热量。而且,美国专利′138指出在起动情况下的真正劣势,连续挤出机器的优势包括提供理论连续的挤出处理和在避免在挤出材料之前需要预热材料的前提下使用冷的固体或者粉末状给料。即,由巨大摩擦组件产生的可观热量不受相互处于环境温度条件下的原料的影响。而且,根据美国专利′138发现的顺应(conform)设备生产挤出产品,所述挤出产品具有不一致的微结构和较大的表面颗粒,所述较大的表面颗粒能够在承受高应力加工操作时致使出现“橙皮样皱纹”。美国专利′428和′796为这个问题认知补充了以下内容:对于挤出成形粉末材料,顺应设备能够因流动湍流和通路上的剪切应力而产生不均匀的粉末流的严重问题。这是由于与沿着带槽的旋转轮相比,沿着挤出成形靴状件的剪切应力更高,所述挤出成形靴状件相对于给料是固定的。因此,必须沿着通路进行有差别的冷却,并且这还能够使得挤出钛、钽和铌粉末复杂化。

[0016] Zhu等人名下的美国专利′448扩展了设备的范围,所述设备通过等通道转角挤压

(ECAP)或者挤出(ECAE)的技术提供了剧烈的塑性变形(SPD)。具体地,Zhu等人提出了一种设备,所述设备提供等通道转角挤压/等通道转角挤出技术的操作,其中,Conform设备使得能够实施连续旋压。组合的设备阐释为能够应用于处理铝棒。尽管所述设备能够用于任何金属和合金工件,但是设备针对其它金属(例如本发明涉及的钛和其它金属)的功效程度并不明显。

[0017] 同样相关的是Tonogi等人的文章"Precise Extrusion Technology by Conform Process for Irregular Sectional Copper",Hitachi Cable Review No-21,2002年8月,第77至82页,参见http://www.hitachi-cable.co.jp/en/about/publish/review/_icsFiles/afiel dfile/2005/11/29/2_review13.pdf。该作品指出,对于比铝硬的金属而言,诸如不足的工具强度和较低的产品质量的问题限制了Conform挤出成形的适用范围。然而,对机械做出改进能够使用Conform挤出成形,以用于批量生产铜物体的产品。

发明内容

[0018] 本发明使用上述类型的设备,如上所述,所述设备包括可旋转轮和固定的靴状件,所述固定的靴状件具有抵接部和模具孔口。可高温成形的有色金属的给料供给到位于通路远离抵接部的端部处的入口,并且通过轮的旋转而沿着通路牵拉所述给料,以挤出通过模具空口。就在这种设备中挤出成形铝或者铜和它们的合金而言,通过给料的摩擦和剪切变形所产生的热量使靴状件和抵接部达到且保持在升高的温度,以保护工具并允许开始挤出,靴状件和抵接部被预热。然而,虽然这种加热使得能够挤出成形铝和铜,但是在诸如横截面方面受到一些限制,它不能有效挤出成形可高温成形的有色金属(例如钛、钽和铌)的细长产品,所述可高温成形的有色金属在空气中进行处理期间易于脆变。

[0019] 根据本发明的一个方面,提供了一种用于使用设备挤出成形可高温成形的有色金属的处理,所述可高温成形的有色金属在高温条件下在空气中进行处理期间易于脆变,所述设备包括具有可旋转轮和靴状件的挤出系统,所述靴状件能够定位成覆盖位于轮的外周周围的槽的长度的一部分,以形成具有第一入口端部和第二端部的弓形通路,所述靴状件具有:抵接部,所述抵接部基本封闭通路的第二端部;和挤出模具,所述挤出模通过模室与抵接部间隔开;其中,所述处理包括以下步骤:在由送料机装置限定的室中将给料预热到不低于约390℃的预热温度;在送料机装置中将给料加热到预热温度的同时,在送料机装置的室中保持基本没有氧气和氮气的保护气氛;将经过预热的给料从送料机装置传送至通路的入口端部;和沿着通路牵拉经过预热的给料,以通过与抵接部相接合而迫使经过预热的给料进入到模室中,并且通过由模具限定的挤出孔口,以提供挤出产品。防护气氛优选地包括氩气。

[0020] 在送料机装置中,在保护气氛下加热给料至预热温度。传送至模具孔口的给料的温度显著高于仅通过摩擦和剪切变形产生的温度。预热温度可以显著高于390℃,并且取决于给料的形式,例如对钛显著高于760℃并高达1140℃,而对钽和铌则高达约1200℃。对于钛、钽和铌中的每一个而言,温度优选地处于约800℃至1100℃的范围内。然而,在需要超细晶粒产品(特别对于钛)的情况下,不超过约650℃,优选地不高于600℃的预热温度是有益的。而且,在给料包括松散粉末的情况下,预热温度可以从约400℃至至少约850℃,例如从约775℃至约820℃。

[0021] 在其它方面中，本发明提供了一种设备，用于生产可高温成形的有色金属的挤出产品，所述可高温成形的有色金属在高温条件下在空气中进行处理期间易于脆变，所述设备包括：

[0022] (a)挤出系统，所述挤出系统具有：

[0023] -可旋转轮，所述可旋转轮具有围绕轮的外周的槽；

[0024] -靴状件，所述靴状件能够定位成覆盖轮的槽的长度的一部分，以便形成具有第一入口端部和第二端部的弓形通路；

[0025] -抵接部，所述抵接部由所述靴状件承载或限定，用于基本封闭通路的第二端部；和

[0026] -挤出模具，所述挤出模具由靴状件承载并且通过由靴状件限定的挤出室而与抵接部间隔开；

[0027] (b)送料机装置，所述送料机装置限定室，给料能够被接收到所述室中并且所述给料能够从所述室进入到挤出系统的通路的入口；

[0028] (c)加热器，所述加热器与送料机装置相联，并且能够操作以在给料位于室中时将其加热至不低于约390℃的预热温度；

[0029] (d)连接装置，所述连接装置与送料机装置相联并且能够连接到保护气体的加压源，以使得能够在将给料加热到预热温度的同时保持室中的保护气体的气氛；和

[0030] (e)供给装置，所述供给装置用于将经过预热的给料从送料机装置供给到挤出系统的通路的入口端部，由此通过轮的旋转能够沿着通路牵拉经过预热的给料，并且由此能够通过与抵接部相接合迫使经过预热的给料进入到模腔中，并且通过由模具限定的挤出孔口，以便生产挤出产品。

[0031] 对于本发明的处理和送料机系统，预热温度能够随着多个参数的变化而变化。这些参数包括构成给料的特定金属、给料的性质、到达通路的壁的给料的横截面区域、挤压比、挤出速度和材料的溢料损失程度。在给料的性质的情况下，这扩展到选择的可高温成形的金属和给料的物理形式。而且，尽管一旦达到稳态挤出成形之后便能够保持基本恒定的预热温度，但是在开始时更高的预热温度是有益的，随着接近稳态挤出成形，该更高的温度逐渐降低。

[0032] 预热温度需要考虑冷却，所述冷却能够在给料从送料机装置(在所述送料机装置中预热给料)至通路的入口时发生。对于通过Conform处理进行的传统挤出成形铝和铜而言，当沿着通路将给料牵拉到模室中并挤出通过模具时，通过摩擦和剪切产生大量热量。尽管需要预热给料，但是需要如在传统Conform处理挤出成形铝和铜那样供冷却，以调节关键部位的温度。提供特定的冷却，以控制抵接部(其将流动从通路转向到模室)的温度，并且控制模具的温度。然而，从通路入口至模具出口的温度曲线与通过用于挤出成形铝和铜的传统Conform操作获得的温度曲线不同。

[0033] 对于实心或者压实粉末的棒状形式给料，材料的预热可以是从约800℃至1100℃的温度。所述范围的下限对于CP和钛合金的混杂元素混合物是优选的，如从约800℃至925℃。在开始时，挤出机系统的部件快速加热至初始操作温度，并且需要冷却以保持可接受的稳态温度。适于钛棒形式的原料的温度的示例在表1和表2中给出。

[0034] 表1

[0035]

起始温度（℃）		
	通常	优选
CR	200-400	250-300
Sl	300-450	320-400
A	300-600	450-550
Dl	300-500	350-400
W	100-400	180-300

[0036] 表2

[0037]

稳态温度（℃）		
	通常	优选
CR	300-400	＜350
Sl	600-700	600-630
A	600-950	600-650
Dl	600-800	500-650
W（a）	250-400	250-290
W（b）	600-1000	600-750

[0038] 在表1和表2中：

[0039] CR指代模压辊，其中在辊轴承壳体处获得温度。模压辊毗邻通路的入口(仅仅当由棒形式挤出时使用)。

[0040] Sl指代在形成模具块体延伸部处的靴状件嵌入件；

[0041] A表示抵接部；

[0042] Dl表示压模嵌入件；和

[0043] W表示轮，其中，在大致与抵接部径向相对的地点处获得温度W(a)，并且在抵接部前方获得温度W(b)。W(b)难以测量，但通常比给料预热温度低约100℃-200℃。

[0044] 对于包括球状和松散粉末的给料，预热温度可以从约400℃至1100℃，优选地从约775℃至820℃。挤出机内的多个位置处的温度优选地如在表1和表2中详细示出的那样。在钛的情况下，例如通过暂时地与氢合金化，可以将温度改变至更低的范围。

[0045] 通常，表格1和表格2的温度范围适用于钽和铌中的每一种。然而，在每种情况下，抵接部处的温度均能够高达约1050℃。

[0046] 为了具体在钛的情况下，通常由预压实至理论密度的60％至90％，优选地为75％的球状粉末或接收的粉末(as received powder)形成UFG挤出棒，但是也可以由完全实心

棒给料来形成UFG挤出棒，工具温度可以与表格1和表格2中呈现的温度大体相等。基于粉末的给料可以在用于预热的送料机装置中预热到600℃，其中400℃-500℃是优选的。为了由完全实心棒给料形成UFG挤出棒，必须使充足的给料长度通过800℃-1100℃的挤出机装置，以允许涂层或者轮胎位于挤出轮上方，然后棒原料可以在从大气温度至高达450℃的预热温度条件下进入挤出机装置，温度优选地从约370℃至430℃。

[0047] 在挤出成形期间输入线速度能够处于用于挤出成形铝和铜的传统Conform挤出机的能力范围内，其为约0.33m/s或者更高。通过挤压比(ER，即，(原料半径)^2/(产品半径)^2)和溢料损失来控制针对给定输入速度的输出线速度。例如，发现使用已经重建但是在任何相关方面与其原始形式没有区别的BWE 285Conform机器，能够在挤出成形直径为12mm的实心钛条时获得0.8、1、1.8、4和16的ER值。利用表格1示出的压模嵌入件(D1)预热，0.8至4的ER值是可行的。对于诸如约600℃的更高的D1预热，16的ER值是有益的。在每种情况下，挤出成形的产品皆具有令人满意的质量，并且在没有过多的材料作为溢料损耗的情况下生产该产品，从而在补偿溢料之后产生ER乘以原料长度的产品长度。

[0048] 对于CP钛而言，高于880℃的α转变温度(例如约1000℃)的处理导致多相微结构。对于钛合金而言，转变温度随着成分变化，尽管与β合金成分无关，但是当处理处于β区域中时也获得多相微结构。

[0049] 利用压实的粉末棒形式的给料和松散的球状粉末给料也能够实现针对实心棒的上述ER值。当然，在每种情况下，对于给定的输入给料长度，由于压实的粉末棒形式具有小于理论密度和松散的球状粉末具有更低的质量密度，因此相应产品长度不同。

[0050] 对于压实元素合金粉末或者松散元素合金粉末的棒形式给料，处理导致产生多相微结构。作为可延展基体的CP钛的优势控制元素钛合金粉末的挤出特性。这是由于CP钛含量，合金添加剂基本仍为未分离的次级颗粒，直到通过后续均匀化退火移除所述次级颗粒为止，并且挤出物呈现合金材料的性质。钛、钽和铌中的每一种的压实和松散合金粉末与元素合金粉末的不同之处在于粉末化学性质一开始就存在合金化学性质和均质性。在所有情况下合金化学性质并且因此合金特性将改变优秀产品所需的最佳的挤出预热温度、挤出应变和应变率，而且同样的一般规则也适用于完全实心的合金棒给料。

[0051] 在本发明中使用的粉末，例如钛、钽和铌的粉末，无论被压实成为棒形式给料或是作为松散的给料，可以是不同类型，或者为至少两种类型的混合物。在钛的情况下，粉末可以包括氢化钛、氢化钛/脱氢(H/DH)、海绵钛、雾化粉末、球状粉末、颗粒和海绵颗粒以及其它形式的微粒钛给料，其包括适当纯度的回收给料。H/DH、海绵状粉末和球状给料已经发现非常适于应用在本发明中。给料最为优选地具有低氯化物含量，例如小于100ppm Cl，以便消除挤出产品中的多孔性。然而，对于诸如就添加剂制造装置在高真空条件下再熔产品线材的应用而言，不需要限制氯化物水平。

[0052] 在用于本发明的给料的每种形式的情况下，金属可以是一般公认等级中的任意一个等级，诸如对于工业纯(CP)钛而言为1至4级ASTM，和/或5至38级钛合金成分中的任意一级，或者包含大量钛的合金，例如50原子每百分比形状记忆合金TiNi。在压实或者松散粉末的情况下，这种钛合金等级的挤出产品能够由适当比例的母合金和元素粉末的粉末混合物生产而成；例如，与CP钛粉混合的60wt.％Al-40wt.％V合金粉末。压实或者松散粉末还可以是合金粉末的形式。在给料的每种形式中，其均可以包括或者提供α、α-β、或者β合金。

[0053] (a)粉末给料

[0054] 粉末送料装置的主要目的是在将对产品的污染降到最低的前提下输送调节的自由流动的粉末给料至带槽轮的顶端附近，所述粉末给料被加热至高达约1000℃的温度(以降低钛、钽或者铌的流动应力)。次级目的是以不会引发火灾或者爆炸的职业安全的方式输送经过加热的粉末给料。

[0055] 送料机装置可以将粉末给料以径向方式(例如通过直接重力进给)或者切向方式(例如通过振动送料器)输送至轮槽。然而，为了保持调节的流动并且向钛、钽或者铌粉末提供热量，能够应用中间送料装置，从而允许进行倾斜调整。包含足量粉末给料的料斗可以在窑倾斜时随着窑行进。料斗在保持相对于窑的角度的同时还能够升高，以改变窑中粉末堆的深度，所述粉末堆从在料斗排放装置处的鞋状料槽出现。

[0056] 以一种形式，送料机装置可以包括倾斜可调的管状回转窑，所述管状回转窑具有加热装置，通过所述加热装置粉末给料能够在其从入口端部传送至出口端部时被加热。粉末优选地由料槽所引导，所述料槽在其端部处具有鞋状圆顶，以从窑的出口端部的流动至旋转轮的槽中的毗邻通路的入口端部的位置。进给装置可以是给料斗的形式，所述给料斗能够操作以经由鞋状料斗排放装置将粉末给料供应至窑的入口端部，以使得材料能够沿着窑流动并且从窑的出口端部经由料槽料斗至通路的入口。包括窑和给料斗和斜槽料斗的系统还包括加热装置或者炉，并且能够连接到惰性气体源。所述系统可相对于水平倾斜适当的角度，如，2°至45°，以允许改变粉末沿着窑流动的速度，从而相对于出口端部升高入口端部。斜槽料斗可以相对于窑是固定的并且以相对于竖直约5°的角度向前延伸而且成形为使得鞋状圆顶位于其端部处，以向前排放粉末并且允许粉末畅通无阻地滑动。斜槽料斗的下表面以不超过约0.5mm的间隙跟随带槽的轮的表面轮廓。整个送料机单元可以是模块化的，并且设置在挤出机的位于适当高度和位置处的供给端部处，以允许粉末给料到达旋转轮的槽中的毗邻通路入口端部的位置处。

[0057] 窑优选地可连接到保护或者惰性气体(例如氩气)源，以使得气体在窑中能够保持略微过压，从而保护粉末在加热过程中不接触氧气和氮气。惰性气体优选地供应到窑的入口端部，以便与粉末并流。利用这种并流，惰性气体能够随着粉末从斜槽料斗排放。通过最小化粉末与氧气和氮气的接触，惰性气体在粉末进入到通路中时保护经过加热的粉末，并且保持如此，直到压实粉末时被排出为止。

[0058] 窑可以由多种适当材料制成。一种适当材料是钢，优选地为不锈钢，例如铁素体不锈钢。然而，由于与给料发生例如钛-铁共晶反应的反应，适当钢受限于约1000℃的最高粉末加热温度。可替代地，窑可以由二氧化硅、部分稳定氧化锆或者与不会与给料发生化学反应的其它材料制成，或者内部衬有二氧化硅、部分稳定氧化锆或者与不会与给料发生化学反应的其它材料，所述其它材料可以是诸如适当的陶瓷材料的耐热冲击材料。

[0059] 给料斗还可以连接到保护气体(例如氩气)的供应源。这最初是为了从给料斗冲出其它气体。然而，在从给料斗向回转窑排放粉末给料时，保护气体能够随着给料从给料斗流入到窑中，从而排除了大气进入以及被氧气或者氮气污染的风险。

[0060] 粉末给料可以贮存在给料斗中，所述给料斗优选地为重力料斗，其中，根据粉末流动性能来确定料斗角度。漏斗形面板可以添加到料斗的内部作为衬里，以在已经根据不同类型粉末确定料斗角度的情况下允许根据粉末的流动特性流动。另外，料斗可以装配有振

动轻敲装置，以便防止粉末桥接，由于使用流动特性不同于用于确定料斗角度或者漏斗形面板的粉末的流动特性的钛、钽或铌给料，而可能发生粉末桥接。诸如氩气的保护气体能够供给在给料斗的顶部处，并且供给在回转窑的上部入口端部。控制系统优选地确保窑在保护气流已经将氧气含量减低到报警设定以下之前不能开始旋转、被加热或者被供给给料。例如，在钛粉给料的情况下，4％体积的氧气水平将允许钛燃烧，并且报警设置必须大大低于该水平。

[0061] 给料斗优选地具有仅在保护气体流已经充分降低回转窑内的氧气水平之后完全打开的滑动门和随后能够被调节以调节流入到窑顶部中的给料的次级滑动门。控制系统优选地确保可调整的滑动门在窑被充分加热之前不能打开，并且确保加热不会开始，直到窑已经开始旋转以允许滑动轴承由于窑扩展而开始运动为止。

[0062] 诸如氩气的保护气体和钛、钽或者铌的粉末给料供给到回转窑的冷的顶部部分中。与保护气体相比，优选地在位于更下方的地点处供给给料，以防止气体扰动给料粉末并且产生粉末云团。粉末云团可以破坏位于带槽的轮上方的排放点处的密闭度并且产生爆炸风险，而同时其还降低了传质效率。

[0063] 当在没有空气的情况下加热粉末给料时，例如在钛的情况下加热到高于600℃，粉末给了可以烧结或者粘结到其自身(尤其是在存在外部应力的情况下)，从而阻止自由粉末流动。然而，通过在大气温度条件将粉末给料从给料斗输送到回转窑的内部，旋转的剪切作用以及重力允许粉末连续流动并且允许其落入到斜槽料斗中，以被输送至带槽的轮。剪切作用还允许供给不同尺寸分布和形态的粉末或者微粒。旋转和倾斜角度还调节粉末的质量流和传递到粉末的热量。优选为2°的窑倾角允许产生通过窑的稳定的粉末水平。斜槽料斗的优选的出口尽可能接近竖直，以便使粉末自由运动到轮槽中。使窑以更大的角度倾斜的能力允许针对具有不同流动特性的各种粉末类型改变热和质量流。在粉末流动完成时，位于鞋形料斗排放装置下方的刮刀能够向前滑动，以便清除窑的任何残留的粉末。

[0064] 给料斗和斜槽料斗均优选地相对于回转窑保持静止。滑动气体密封件形成在回转窑的入口处的给料斗端部处，并且斜槽料斗包封回转窑的排放端部，由此回转窑通过窑和斜槽料斗之间的挠性连接而保持倾斜。因而，斜槽料斗形成针对挤出机的带槽的轮的滑动密封件。料斗和窑中的保护气体的过压用于防止环境空气进入。

[0065] 一旦粉末给料离开给料斗之后，所述粉末给料通过剪切作用从回转窑的冷部分运动到热部分，粉末的驻留时间决定了其最终温度。在回转窑的排放装置处的斜槽接收角度至少与给料斗的角度相等，而且优选地相对于竖直为5°。所述角度以及由窑提供的额外的倾斜防止粉末停滞在某一区域中。然而，由棒或者叶片组成并能够在斜槽料斗内升高或者降低的块料粉碎机能够粉碎部分烧结的块体。在斜槽料斗处应用轻敲装置进一步破坏可能因烧结形成的任何结块，并且可以呈现振动网的形式，尤其是对于更细的粉末和更高的温度的组合而言，但是在通常情况下不需要。斜槽料斗的倾斜可以相对于能够倾斜的窑是固定的，其中，窑排放到固定的斜槽料斗中。这允许斜槽的恒定的接收角度并且允许利用低流动特性从斜槽排放粉末。而且，输入到料斗的调节的保护气体还最小化了从料斗的从顶部至底部的压降，从而使粉末堆均匀落下。斜槽料斗优选地在轮上形成渗漏密封件，这允许在窑内积聚额外的保护气体背压。斜槽料斗和其斜槽优选地还热绝缘的以防止热损失，并且还可以被额外加热。

[0066] 根据回转窑的材料构成，可以使用多种不同加热器加热粉末给料。可以通过辐射加热或者通过使用任何其它连续的加热方法或者系统来加热。在一个传统布置方案中，可以沿着窑的长度在两个或更多个位置处进行加热，所述两个或更多个位置优选地远离窑的相对较冷的入口端部并且在出口端部附近。

[0067] 整个送料器组件和其部件均与所有其它部件处于相同的地电位，并且被互锁以在保护气体损耗而使得氧气体积百分比能够增加到不可接受的程度时停止质量流，并且控制系统可以包括用于监测组件中氧含量的传感器。

[0068] (b)棒形式的给料

[0069] 棒或者条形式给料可以是实心金属或者压实的粉末，所述压实的粉末超过理论密度的60％。在每种情况下，细长的给料均可以作为等温的或者连续的被加热的段供给到挤出机设备中。可以通过使用射频感应加热布置方案、连续电阻加热或者使用任何其它连续加热方法或者系统来加热。加热速率优选地调整为适应挤出机设备的吞吐量。可以在细长进料保持在适当密闭容器的情况下执行加热。首先用诸如氩气或者其它惰性气体的保护气体冲刷容器的内部，将细长材料定位在容器中，建立气体的正压力，然后开始加热。

[0070] 石英管可以用作用于诸如氩气的保护气体的密闭容器，以便阻止给料在高温条件下与氧气和氮气反应。对于压实粉末给料的棒而言尤为需要保护气体，所述压实粉末给料的棒是多孔的并且易受间隙污染物穿透。给料还不会在高达1100℃的温度下在预热暴露时间与石英容器过度反应，从而允许通过滑动自由运送给料，同时给料不会粘结到容器壁上。其它材料能够用于制造密闭容器或者作为密闭容器的衬底，只要它们不会与给料的金属和其合金发生过度反应并且能够承受预热和供给过程中的温度变化。

[0071] 当在密闭容器中等温或者持续加热时，棒形式被运送到挤出机设备。送料器单元优选地将棒形式的段供给到所述设备，以连续挤出成形。压实粉末的棒形式可以在净化的保护气体的条件下作为适当的段装载到冷装载区域中，然后装载到热区域中用于预热。这些压实粉末段的供给可以是自动化的，其以匹配挤出机设备的挤出成形输出的体积通过量连续供给至热区域。由挤出成形压实粉末的棒形式而生产的挤出产品能够是全致密的或者非常接近全致密，并且在接连的段之间不存在明显的接合零料。因为实心给料的原料棒还能够被作为连续段供给，所以不需要进给阀和冲洗室。每种类型的棒形式均可以存留在热区域中直到被加热完成。针对环境温度的停延时间允许压实粉末段部分烧结并且首先被推送然而作为单根段被牵拉通过挤出机。当原料离开热区域并且进入到旋压工具时，中性气氛中的氧气可以略微上升至约30ppm。可以引入通过工具的诸如氩气的保护气体的逆流，以便在打开滑动门期间进一步减轻间隙污染。

[0072] 为了确保均质产品，沿着原料长度的预热温度变化对于诸如CP钛的给料优选地小于±50℃，优选地为±20℃，直到稳态占优势为止。

[0073] 棒形式送料系统互锁，以便保持中性保护气氛，其中，氧气水平低于4％体积(以防火)和0至32ppm，以使产品中的污染物最小化至不超过温和表面发蓝。

[0074] (c)用于粉末给料的挤出机设备

[0075] 挤出机设备能够具有多种形式，例如上文中讨论的现有技术中详细描述的那些，包括Zhu等人的美国专利′448的ECAP/ECAE变体。然而，一定的改变是不要的并且是符合期望的，以有助于在本发明的处理和挤出机系统背景下使用这些挤出设备。

[0076] 如所述，用于粉末给料的送料机装置可以靠近带槽轮的顶端或顶端的前面排放。为了使粉末送料机装置适应于BWE Conform型机器并且允许在轮的顶端处供给，优选地移除任何模压辊壳体。在一个布置方案中，夹持板组件附接到顶板，所述顶板安装到挤出机设备的框架。夹持板组件可以带有槽，并且为粉末送料机装置提供工作空间。而且，夹持板组件能够作为装载点，用于夹持设备的靴状件。夹持板还能够允许引入保护气体的逆流。夹持板中的孔允许定位斜槽料斗。

[0077] 斜槽料斗和夹持板中的槽能够通过抑制粉末在轮上方的扩散并且将其保持在轮槽中而且引导到靴状件嵌入件下方而允许进行大量供给。斜槽料斗后部处的舌状件侵入到轮槽中并且仅允许粉末向前运动。斜槽料斗的下边缘可以以诸如～0.5mm的工具间隙跟随轮的表面轮廓，这也最小化了粉末溢出和损失。

[0078] 靴状件嵌入件可以是常用形式。靴状件嵌入件和轮之间的间隙与平常一样，用于由棒形式挤出，其中，溢料间隙为0.5mm或者更小，以便最小化在压实之前的粉末损耗并且最大化形成在槽上的轮胎。优选地移除进入块体的前端上的舌状件用于粉末供给，以便最大化压实区域的接收体积。在这种情况下，靴状件嵌入件的舌状件实施将粉末压紧在轮槽的表面上的功能，以形成良好的摩擦界面。这允许压实的粉末被向前驱动至模腔工具。

[0079] 可以证实有利的是，将模压辊安装在夹持板的槽中并且位于斜槽料斗附近，以便最大化形成轮胎的机会，尤其是对于任何形态的球形颗粒而言，其具有最高的流速、最低的滞留时间和在压实期间用于颗粒间锁定的最小的表面面积。这能够通过更换夹持板组件或者修改用于模压辊的靴状件嵌入件来充分容易地实现。从动模压辊还向粉末提供了正惯性，以便允许粉末向前运动到槽中并且减少粉末的溢出量。

[0080] 因为夹持板包封轮上方的粉末给料，所以引导诸如氩气的保护气体的额外流以确保保持粉末的气氛保护是一件简单的事情。挤出轮周围的框架区域优选地被包封在隔板中，以便确保在挤出成形期间将气体正压力施加在轮周围。

[0081] (d)用于棒形式原料的挤出机设备

[0082] 与使用粉末给料一样，用于棒形式给料的挤出机设备能够具有多种形式，例如在上文中讨论的现有技术中所详细描述的那些，包括Zhu等人的美国专利′448的ECAP/ECAE变体。同样，一定的改变是必要的也是符合期望的，以有助于在本发明的处理和挤出机系统背景下使用挤出设备。参照BWE构造的Conform装置，挤出设备的重要部件是：(i)带槽的轮；(ii)靴状件嵌入件；(iii)抵接部/模腔；(iv)模压辊和(v)刮刀。抵接工具的关键工具部件最优选地由超合金、钨铼合金或者其它能够承受高应力和高达700℃的温度的材料制造而成，以便最小化工具变形和磨损。

[0083] (i)带槽的轮可以由工具钢(例如H13工具钢)制造而成。槽可以是光滑的U形槽，例如约15mm深和约13mm宽的U形槽，以便适于接收直径为12mm的棒给料。预热至≥580℃的可高温成形的有色金属(例如钛、钽或者铌)的“粘着性”足以允许给料附着到轮并且在轮槽中形成给料的轮胎，这对于实现成功的挤出成形是非常有益的。

[0084] (ii)在挤出期间，靴状件嵌入件工具能够贝加热至高达700℃的温度，并且其优选地由耐高温材料制成，例如Rene95超合金。发现由H13钢制成的嵌入件足以运行总计仅数十米的产品。靴状件嵌入件的温度可通过控制应用到工具嵌入件后方的冷却流体来进行调整。靴状件嵌入件具有舌状件，所述舌状件突出到轮槽中，所述轮槽具有0.5mm的侧间隙。进

入块体的舌状件用于使棒笔直并且将棒引导至槽。模具块体延伸部舌状件的功能是使得棒给料更结实地变形到槽中，以便增加原料和轮槽之间的摩擦界面。通过设置锥形件来完成所述功能，所述锥形件减小了舌状件的顶部和轮槽的底部之间的距离，从而使得原料更加靠近抵接部。由于模压辊形成这些功能，在由压实的粉末棒挤出成形时，进入块体的舌状件基本是过量的。进入块体可以具有狭槽，以便允许将模压辊降至轮槽的底部。针对上文详细描述的槽尺寸，用于进给的进入块体舌状件和轮槽之间的空隙可以约为12.3mm，减小至约12mm。类似地，模具块体延伸部舌状件和轮槽之间的供给间隙可以为约12mm，减小至8.0mm至10mm。进入块体靴状件嵌入件的侧部和轮的顶部的空隙可以为约1.0mm-2.3mm，减小至0.5mm，并且模具块体延伸部靴状件嵌入件和轮的顶部之间的空隙可以为约0.5mm。

[0085] (iii)抵接部/模腔工具可以制成单个部件，以最优化抵接部的热消散，但是优选地抵接部可以用作进入到模腔中的嵌入件。抵接部的温度可以通过控制应用到抵接部后部的冷却流体来进行调节。抵接部工具优选地由高强度耐高温材料制成，例如Rene 95超合金，或者用于高热强度的诸如W-25％RE-4％(HfC)的钨铼合金。类似的高温稳定材料应当满足需要，包括：氧化镁部分稳定氧化锆，其还与钛和其它可高温成形的有色金属给料(例如钽或者铌)具有适当的化学稳定性，所述可高温成形的有色金属易于在高温条件下在空气中进行处理期间发生脆变。与高强度相比，耐磨损对于模腔而言更重要，因此，Rene 95模腔最优选地具有例如由氧化镁部分稳定氧化锆(Mg-PSZ)制成的磨损覆盖嵌入件，或者具有部分稳定的氧化锆的涂层，或者具有其它耐磨层，所述其它耐磨层具有与钛和其它给料(例如钽和铌)的低反应性和匹配超合金的良好的热和晶格。Rene95抵接部和模腔工具优选地受到次固溶线(subsolvus)溶液处理并且被老化，以产生淀积硬化和细颗粒的微结构，从而获得最优的强度和耐磨度。轮和模腔之前的空隙应当设置介于0.1mm和0.5mm之间(溢料间隙)，优选地为0.3mm。模腔内部的压缩模具或者压模嵌入件优选地为120°的夹角(对于钛)或者为45°的夹角(对钽或者钕)，并且可以由工具钢(例如H13工具钢)制成。嵌入件模具在夹角和凸区(land)周围的表面硬化提高了产品质量和工具寿命。

[0086] (iv)模压辊优选地由诸如H13钢的工具钢制成，并且调整成使得模压辊就几何可行性而言能够降低至轮槽的底部。模压辊轴承的强制冷却也是优选的。

[0087] (v)用于移除溢料的刮刀表面可以由H13工具钢制造而成，但是这仅仅适合数十米的挤出产品，所以优选地应当由超合金(例如Rene 95)制造而成，或者涂敷有耐磨层(例如PSZ)或者其它具有与钛和其它给料(例如钽和铌)可接受的反应能力的硬的耐磨层。刮刀刀片和轮顶部之间的间隙应当与压模嵌入件孔口附近的模腔和轮顶部之间的间隙相等或者优选地比模腔和轮顶部之间的间隙大0.125mm。如果模腔和轮之间的间隙大于约1.1mm，则存在刮刀拉动轮胎离开轮槽并且因为卡住而使得轮停止旋转的危险。

[0088] 挤出冷等压(CIPped)或者预压实粉末的棒形式需要调整模压辊和带槽轮的底部之间的间隙，以便允许热压实棒至75％-100％(优选为100％)的密度，并实现棒与轮槽的充分的摩擦接触面，使得棒能够被驱动向前至抵接部并且挤出通过压模嵌入件。

[0089] (e)挤出物排放

[0090] 对于每种类型的给料，挤出物在离开模具时均处于超过600℃的温度。挤出物需要冷却、保持气氛保护并且与操作者隔离开。为了实现这些功能，优选地将填充有诸如氩气的流动保护气体的细长的排放容器用作挤出机组件的出口。挤出物能够在其安全离开排放容

器之后便被捕获，并且处于足够低的温度。一旦被捕获，则其能够处于张力状态下，以便保持其笔直并且绕在卷轴上，而不会产生过度的表面污染或对操作者构成危险。

[0091] 排放容器可以填充有流动保护或者中性气氛(例如氩气)，以便最小化污染。排放容器的长度使得不再需要在容器内强制冷却或者延迟强制冷却，直到挤出物处于足够低的温度。这允许适当的通蒸汽以及可能的氢气，所述氢气在使用水在排放容器之外进行强制冷却时通过水分解形成。可替代地，水可以冷却容器的外部，并且因此接触挤出物产品。钛能够与基于水的冷却剂反应，并且这种冷却剂能够用氢气污染钛并且致使其表面氧化。分解的氢气可以高于700℃的温度的条件下爆燃。蒸汽还能够沿着管路向上返回，并且放出的氢气能够与粉末反应并且污染产品。因此，需要使用包含的保护性中性气体气氛装置。排放容器可以具有夹持式气体密封件，所述夹持式气体密封件能够打开，并且根据需要排放容器运动离开。这种保护中性气体气氛针对所有有色金属的可高温成形给料的挤出物都是符合期望的。

附图说明

[0092] 为了更易于理解本发明，现在对附图进行描述，其中：

[0093] 图1是用于将棒形式的可高温成形的有色金属给料(例如钛、钽或者铌)输送至挤出机组件的送料机装置的示意性侧视图；

[0094] 图2是用于与图1所示的送料机装置一起操作的挤出机组件的中心剖视图；

[0095] 图3是图2的组件的抵接部/模腔的放大比例的中心剖视图；

[0096] 图3A、3B和3C还分别示出了抵接部嵌入件和用于挤出多条更窄直径的金属丝的压模嵌入件的多股变体的等距视图；

[0097] 图4是粉末给料送料机装置的示意性侧视图；

[0098] 图5对应于图2，但是其中组件设置成接收来自图4的装置的粉末给料；

[0099] 图6是图5的布置方案的细节的部分分解的示意性透视图；

[0100] 图7示意性示出了图2或图5的挤出机组件，图解了用于使挤出物产品离开的结构；

[0101] 图8和图9分别是与图2和图5的挤出机一起使用的刮刀装置的透视图；和

[0102] 图10和图11是图8和图9的刮刀装置的相应部件的透视图。

具体实施方式

[0103] 参照图1，在此示出的送料机装置10通过在右手端处接收棒形式的有色金属的可高温成形的给料(例如，钛、钽或者铌给料)来工作。给料前进通过装置10并且最终从左手端排出，并且进入到诸如图2所示的挤出组件。

[0104] 装置10具有细长的管状容器12，所述管状容器12具有能够相互隔离开的连续部分。这些部分包括：未加热的或者冷的装载区域14，给料一开始被接收在所述装载区域14中；中间的热或者加热区域16；和出口区域18，给料从所述出口区域18到达挤出机组件。装载区域14能够通过进给阀20与加热区域16隔离开，而加热区域16能够通过滑动门22与出口区域18隔离开。装载区域14适于将给料24保持在诸如氩气的保护性气体的气氛中。装载区域14具有冲洗室26，在所述冲洗室中，材料24能够被隔离，同时暴露于保护性气体。装载区域14的入口端具有气闸28，通过所述气闸28能够接收材料24，而进给阀20将装载区域14与

加热区域16分离开。气闸28具有连接件30和套筒32，所述连接件30能够连接到保护气体的加压源(未示出)，推杆34延伸通过所述套筒32。通过连接件30，能够提供在气闸28(关闭时)中以及在室26中保持略微过压的保护气体的连续流，其中，通过出口36从室26受控地排出气体，从而保持过压。室26中的过压有助于在打开和关闭进给阀20期间保持加热区域16内的保护气氛。而且，对于由压实粉末制成的棒形式的材料24，这有助于从多孔的给料冲出空气。另外，通过连接到保护气体的加压源(未示出)的入口39确保保持加热区域16中的保护气氛。

[0105] 气闸28能够保持供应的给料24的棒形式的段。当需要时，通过推杆34使这些段依次从气闸28前进到室26中，并且最后通过阀20而且进入到加热区域16中。加热器38与加热区域16相联，并且能够操作以加热给料24的每一段，使得每个段在材料24到达挤出机组件时皆达到所需的升高温度。在门22打开的情况下，推杆能够保持材料24的首尾相接的段到达挤出机组件。

[0106] 加热区域16还具有入口连接件，所述入口连接件能够连接到保护气体的加压源。而且，供应气体，以便维持加热区域16以及出口区域18中的正过压。气体能够从加热区域16经由滑动门22中的小孔到达出口区域18。因此，气体能够从出口区域18的出口端流出并且在加热的给料进入到挤出设备之前继续将加热的给料与其它气体隔离开。然而，如图1中的左手端处的箭头表示的那样，可以在出口端处供应其它保护气体。

[0107] 容器12可以由任何适当的材料制成，所述适当的材料例如是二氧化硅、衬有二氧化硅的适当的钢、或者陶瓷。加热器38可以是任何适当的类型，例如射频感应加热装置、连续的电阻加热器或者任何适当的加热器系统。加热器38可以位于容器12的外部，如在图1中所示的那样，或者加热器38位于容器12的内部。推杆系统相对于冲洗室26可以是弹匣型的(magazine type)，其中，将棒过度供给到容器12中，以便针对挤出机的送料速度保持预热的棒原料供应。可替代地，可以使用快速加热，例如经由射频感应加热源，以便为挤出机保持预热的给料供应。

[0108] 图2和图3示出了挤出机组件40的在通过轮44的外周槽42的中间的中央平面处获得的剖视图。如图所示，在图2的视图中如箭头A示出的那样，轮42能够沿着顺时针方向在轴46上旋转。在轮44附近，挤出机组件40包括靴状件48，所述靴状件48能够在轴49上枢转至图2中的使用位置。在所述位置，靴状件48的上部面压抵在进入块体50和模具块体延伸部52上以及模腔54上，所述模腔54由嵌入件锁定板51保持在合适位置。靴状件48由箭头B表示的夹持载荷保持在合适位置。在靴状件48的面向轮44的槽42的弧形范围周围，靴状件48承载配合到槽42中的进入块体50、模具块体延伸部52和模腔54。模压辊56将给料24引导至进入块体50，并且如箭头C所示的那样与轮44相对地旋转。进入块体50和模具块体延伸部52沿着它们与槽42限定的锥形通路引导并且拉拔给料24，即，给料必须填充的槽的递增的横截面在给料接近抵接部57时通过舌状件55减小，所述舌状件55是侵入到槽42中的进入块体50和模具块体延伸部52的一部分。抵接部57封闭通路的端部，并且迫使前进的给料24向外转入到模具室58或模腔扩展腔中。室58或者每个室58均保持挤出模具60，挤出模具60由环形锁定螺栓61保持，由模具60挤出的产品64通过所述环形锁定螺栓61排出。

[0109] 如相应的箭头所示，从送料机装置10推出的给料24通过轮44和辊56的相对旋转而被拉入到组件40中。轮44和辊56的旋转将给料24送到通向由轮44和靴状件48限定的通路的

入口。轮44的旋转沿着通路有力地牵拉材料24，并且将材料24推抵在抵接部57上。抵接部57的表面57a使给料向外转向到模腔扩展腔中，并且从室58开始，给料24被挤出通过挤出模具60的孔口60a。抵接部表面57a处于这样的平面中，所述平面优选地相对于轮44不是径向的。该平面优选地与和模具60的中央线重合的径向线R成角度σ，以便产生这样的分力，所述分力用于使来自槽42的给料转向，并且使给料通过模腔58和模具60。角度σ优选为6°至21°。图3A中示出的嵌入件抵接部57′的替代嵌入件形式的等距视图经由燕尾槽滑入到模腔中。通过燕尾槽内的挤压并通过靴状件48，将嵌入件抵接部57’保持在合适位置。如图3B和3C中示出为60’的模具的替代形式可以用于3mm及小于3mm的窄直径的多股挤出。挤出模具60的孔口60a的横截面可以是椭圆形的，而不是圆形的，或者挤出模具60的孔口60a的横截面甚至可以是矩形的，以便增大这种金属丝挤出物(通常由钛制成)的相对表面面积，这也适用于模具60’的孔口，所述金属丝挤出物在用作电子束添加制造设备(e-beam additive manufacturing facility)内的原料时暴露于电子束。

[0110] 就铝和铜的传统Conform挤出而言，沿着位于进入块体50、模具块体延伸部52、模腔54和槽42的侧壁之间的通路的每一侧，某些有色金属的可高温成形的给料作为溢料(flash)被挤出通过狭窄的间隙。而且，某些溢料能够在槽42和抵接部57的侧部之间被挤出成型。该材料可以由刮刀62的刀片沿着轮44的旋转方向在超过抵接部57的位置处从轮44剥离下来。图8至图11中示出了刀片62的优选形式。

[0111] 图4示出了用于将粉末给料供给到如图2所示的挤出机组件的轮44的槽42的送料机装置70。在图5和图6中示出了其它细节。送料机装置70具有可调整地倾斜的管状回转窑72。送料机装置70可以由示意性表示的模块化框架通过沿着由箭头H和H’表示的方向运动定位到挤出机。窑72的倾角可以通过它的位于模块化框架89上的部件来调整。送料斗74位于窑72的上入口端处，而窑72的下出口端能够在斜槽料斗76内旋转，所述斜槽料斗74具有鞋状的前部分76c，所述鞋状的前部分76c居中位于槽42上方。料斗74保持供应的粉末给料。通过操作自动关闭滑动门80和滑动给料门82，料斗74能够经由鞋状料斗排放装置74a将给料作为用箭头D表示的受控流排放到窑72中。料斗74能够经由狭槽(未示出但用箭头J表示)升高或者降低，以便改变料斗排放装置74a下方的体积，以形成恒定的粉末高度。料斗排放装置74a的鞋状圆顶允许粉末聚集，并且滑动而同时不会发生流动阻滞和停止。当粉末流动结束时，刮刀81能够在料斗排放装置74a沿着方向J向上运动时通过料斗排放装置74a的下方，以便清理窑内的剩余粉末。由驱动系统驱动窑72旋转(未示出，但是用带箭头的圆圈E表示)使给料前进通过窑72，以便将所述给料引导至旋转轮44的槽42中。

[0112] 送料机装置70包括加热器84，所述加热器84用于加热窑72中的给料。加热器84分为两个段84a和84b上，这两个段84a和84b加热窑72的相应部分中的粉末。当窑72旋转时，粉末倾向于沿着旋转方向被向上带到到窑72的侧部。这能够通过调整窑72的转速和倾角来控制。窑72的倾角针对水平的甚至低至约2°的浅角度允许最为均匀的供给。漏斗形面板(未示出)可以作为衬垫放置在料斗74内，以便在已经针对目前不使用的不同粉末确定了料斗角度θ的情况下，根据粉末的特性来保持粉末流动。料斗74设置有空气致动的轻敲装置(未示出，但是用双头箭头F表示)，以在没有针对给料的特性设计料斗角度θ或者漏斗形面板的情况下防止给料在料斗74中桥接。而且，在料斗74的上端部处，连接件88用于连接诸如氩气的气体，以便在料斗74中提供保护气氛给料并且用于使其流入到窑72中。因为同样的原因，保

护气体的供应90如箭头G表示的那样从上端部流入到窑72中并且沿着窑72流动。诸如氩气的气体在整个窑72内保持保护气氛，其中，在气体通过斜槽料斗76到槽42的流动中，气体与给料一起离开。来自窑的粉末流排出到斜槽料斗76中，在该斜槽料斗76中，粉末流与相对于竖直倾斜约5°的斜槽料斗壁76a接触。粉末继续抵靠斜槽料斗舌状件76b滑动，斜槽料斗舌状件76b是壁表面76a的延续，其以不超过0.5mm的空隙侵入轮槽42的轮廓中并且匹配所述轮廓。粉末能够因重力以及轮44的向前运动而聚集在斜槽料斗中，并且由斜槽料斗76的下表面所容纳，所述下表面匹配轮44的轮廓。(在图6中更清楚地示出了轮廓匹配)。粉末聚集在料槽76b的鞋状前部分中，并且向前运动到轮槽42中。优选地，能够使用块料破碎机杆81a来粉碎在从窑排放粉末时由于烧结而形成的任何块。而且，就料斗74而言，可以存在轻敲装置F'，其机械地连接到斜槽料斗76，以便进一步帮助粉碎由特别细微的粉末和/或在高于约750℃的预热环境温度下形成的烧结团块，所述特别细微的粉末例如是小于150微米的H/DH粉末。就料斗74的轻敲装置F而言，其可以由加压空气致动。

[0113] 如图5和图6所示，流到槽42的给料流通过位于相应的夹持板94和靴状件嵌入件锁定板95(嵌入件锁定板51的修改方案)中的开口92、93。而且，如图5所示，诸如氩气的额外的保护气体可以沿着板94向下供应，以便有助于在给料从斜槽料斗至限定在轮44和进入块体50、模具块体延伸部52、进入块体50的舌状件55以及模具块体延伸部52和靴状件48的模腔54之间的通道时保护给料。

[0114] 图7是在图2和图5的挤出系统中的通过轮44的中央平面上获取的剖视图。示出了靴状件48的出口管道96，挤出产品64通过所述出口管道96流出到模具60之外。可调整的夹持环96a固定在管道96上。而且，细长管状排放容器97通过环97a固定作为管道96的连续部分，所述环97a在容器97的固定到环96a的一个端部处，其中，位于环96a、97a之间的O型环密封件提供了气密密封。毗邻容器97的入口端设置有入口连接件98，所述入口连接件98能够连接到加压保护气体(例如氩气)的源，从而能够在容器97中维持气体的正压，其中，从出口管99排放气体。容器97的长度和保护气体(可以在供应到容器97之前被冷却)的冷却效果使得从容器97排出的产品处于这样的温度，所述温度使得产品能够通过喷水而安全地强制冷却，或者在被带到卷轴等上时简单地空气冷却。

[0115] 图8至图11示出了刮刀62的优选形式，所述刮刀62用于在图2和图3的挤出机组件40中从轮44上移除溢料。刮刀62由三件细长体63构成，所述细长体63具有头部部分64，刮刀刀片65安装在所述头部部分64上。细长体63由两个镜像对称的位于侧面的刮刀63a和63b构成，所述刮刀63a和63b均具有向外伸出的头部部分64a、64b并且一起部分地包围细长的中央刮刀63c。包括刮刀62的整个组件能够由保持件(未示出)保持在毗邻轮44的合适位置，如图2所示。刮刀刀片65a、65b安装到细长体部分63a、63b的头部30部分64a、64b上，而刮刀刀片65c安装到细长中央刮刀63c的毗邻端部上。尽管示出为包括三个部件，但是刮刀刀片65可以包括单个部件。刀片65a、65b、65c具有平板形式，其在一个侧部处成锥形，以便限定锋利的刮刀刃66。刀片65a、65b、65c例如通过螺钉紧固件67固定到头部部分64的凹陷端部，所述螺钉紧固件67通过刀片65中的开口68进入到头部部分64中的螺纹孔68a中。刀片65上的脊状件68位于头部部分64的槽69中，以便相对于头部部分64固定刀片65。

[0116] 槽刮刀63c的细长体部分由螺栓(未示出)定位在侧面刮刀63a、63b的前方，使得刮刀刃66形成基本连续的线。中央部分63c的自由端部倒圆，以便使得其在刃66成直线时能够

方便地接收到轮44的槽42中。这允许通过邻接槽刮刀63c的细长体部分的刮刀刀片65c修整槽42的顶部的溢料，并允许通过邻接侧面刮刀63a和63b的刮刀刀片65a和65b修整邻近槽42的轮44的溢料。因此，刮刀62能够从轮44上移除在每个边缘的周边附近的溢料并且从槽42的侧壁和底部移除溢料。

[0117] 由棒形式挤出

[0118] 包括有色金属的可高温成形的给料(例如钛、钽或者铌)的棒的给料能够在原料预热到800℃至1000℃之后挤出。棒可以是锻造给料或者由冷等静压(CIP)制成或者用其它方法压实的棒，在每种情况下，可以具有粘合剂或者不具有粘合剂，优选地是不具有粘合剂。能够由诸如CP钛粉(或者混杂的元素混合物)的粉末给料压实至大于60％的密实度，而且小于90％的密实度(优选地为75％的密实度)。冷等静压或者预压实允许供给具有各种尺寸分布(例如小于约850μm)和形态(例如，海绵状和氢化/脱氢，在钛和钽粉末的情况下为H/DH)的粉末或微粒。当带槽轮预热到100℃至250℃，优选地为250℃时，并且模压辊、模腔和进入块体工具被预热到300℃至450℃，优选地为400℃并且抵接部被预热到450℃-600℃，优选地为550℃时，进行挤出。现代Conform机器允许在挤出之前进行更高的轮加热和连续的工具预热，这将是有利的。用于挤出铜和铝的工具预热用于尤其在启动期间保护工具；然而，对于挤出有色金属的可高温成形的金属而言，预热主要是减小原料的热损失并且允许进行挤出。

[0119] 连续挤出的产品易于成形。例如，由此挤出的3级钛能够在室温条件下进行型锻，并在型锻操作之间进行中间退火，以便将连续挤出的金属丝直径从6mm减小至3mm。类似地，由混杂元素5级钛粉连续挤出的产品的直径能够在500℃条件下从挤出状态和挤出并均化状态(后者是优选的)从6mm锻造至3mm。在真空或者中性气氛(例如氩气)条件下在1000℃至1200℃持续1至2小时(1200℃持续1小时是优选的)能够发生均化。

[0120] 在挤出条件下，由钛粉末给料连续挤出的棒的一般拉伸特性匹配等级1至4的钛等级。更高的合金级需要均化退火，在此之后它们的特性也匹配等级。根据预定的应用(例如，诸如添加制造馈电电缆的熔融钛丝或者作为紧固件原料的钛丝)，决定需要对金属丝进行进一步后处理，以实现最终的微结构等。

[0121] 为了利用全致密的CP钛给料挤出，用于最佳产品质量的优选的预热温度是800℃。为此和其它给料，必须以足够快的速率将给料从加热区域转移到Conform工具，以便保持足够的热并且因此足够的易延展，以便允许挤出。对于CP钛给料，由全致密原料在800至1100℃预热之后形成的挤出产品的拉伸性能等同于这样的给料，该给料的伸长率降低了4％并且强度略微升高了16±4MPa，这是由于温和的晶粒细化和填隙原子数量(interstitial level)的略微增加(最大不超过0.05wt.％)。

[0122] 由棒形式原料形成的产品可以在表面上具有薄的氧化层(在钛挤出物上的蓝氧化物薄膜的情况下小于50μm)，但是挤出的大部分金属具有与原料非常相似的氧气和氮气水平。在高α相区或者在低β相区处理钛时与在高β相区中处理钛时相比，微结构更为均匀。对于前面两种情况，大部分金属各向等大并且晶粒细化(对于各向等大的起始材料相比)，然而，更细化的区域发生在外周。当钛给料棒形式的预热温度沿着其长度处于＜±50℃的范围内时，实现更为均匀的微结构。诸如金属折弯和旋转的热缺陷也更易于从更高的β相区挤出时发生。

[0123] 因为由挤出处理产生的热量产生的模具温度在靠近抵接部的区域中通常低于500℃，在抵接面(57a，图3)处约为低于预热温度100℃至150℃，并且在模具块体延伸部中高达700℃，所以需要对每个工具部件进行受控冷却，以连续运行。根据挤压比，能够在0.5至6.0GPa的挤压应力(通过压模嵌入件)的条件下成功挤出CP钛。在生产长挤出物段时抵接部发生某些程度的摩擦磨损和刮擦磨损，通过表面硬化压模嵌入件可以控制所述摩擦磨损和刮擦磨损，并且通过受控冷却可以最小化所述摩擦磨损和刮擦磨损。抵接部轮廓需要匹配槽的轮廓，以便保持均匀的溢料间隙并且防止抵接部侧向磨损。抵接部面和挤出物的中心线之间的前角适当地为21°，但是能够减小至6°，以便更好地适应诸如钛的给料，并且减轻抵接部表面的刮擦磨损。减小前角还将通过抵接部的应力从约1.2GPa减小至1.0GPa。通过使用钛氢化物(titanium hydride)粉末或者氢化钛(hydrogenated titanium)向钛添加氢气，能够减小流动应力并且进一步减小挤出和抵接应力。然而，必须对这种产品进行真空退火，以便移除剩余的氢。还需要对抵接部进行改进的热控制，以便例如通过在挤出已经开始之后通过受控的水冷却保持抵接部的硬度并且减轻磨损。发现水冷却能够从抵接部去除350℃的温度，在氦气用作冷却介质时，该去除温度降低至150℃。抵接部上的耐磨损覆盖嵌入件或者诸如PSZ的耐热耐磨损的阻挡层是优选的，以对诸如Rene 95的超合金工具增加抵接部57的磨损期限。建议使用诸如基于钨的W-25Re-4HfC的更高强度、高温度、高导热率的合金作为诸如抵接部嵌入件57'的关键部件的材料，以便增加每个工具的产品量。对于钛而言，尤其是对于在运行数十米并且不充分的工具冷却的情况，超合金工具的工具磨损导致产品内的污染并且产生β相稳定的部位。

[0124] 通过在低α区中处理全致密的粗粒度的原料，能够生产晶粒细化钛α结构。对于CP钛而言，通过对于一个轮周长的至少一段预热前端并且使尾端处于室温，能够获得不超过约3μm晶粒尺寸。热前端覆盖轮，并且冷端继续通过工具，以产生高晶粒细化的α结构。

[0125] 溢料率随着预热温度的降低而增加，并且还表示更高的荷载。为了减小溢料率，间隙(溢料通过该间隙发生在靴状件嵌入件工具和轮表面之间)减小至0.2mm至0.5mm；由于机器公差0.5mm更为常见。

[0126] 在通常条件下，通过允许给料在轮槽和模具中冷却和硬化，不能中途停止给料的挤出，并且然后通过预热供回到挤出轮的原料重新开始挤出。工具和剩余的给料金属需要重新加热至大于500℃，以允许重新开始挤出，或者在连续挤出运行之后，需要移除模腔工具，将新的模腔工具放置机器中以用于新的挤出运行，并且清理原始的模腔。不需要移除存留在带槽轮中的材料，只要轮胎厚度保持在溢料间隙公差和必要的纯度水平即可。所述材料能够被冲洗通过，但存留在表面处并且进入到大部分挤出物中，而且能够产生多相微结构。这种材料可能必须进一步热机械加工，例如通过反复轧制(passing)以及可能的后轧后场内退火(mill anneal)，以实现最终的特性。

[0127] 为了在CIPed棒和轮槽之间产生充足的摩擦界面，模压辊被设置在这样的高度处，所述高度足以在槽内将原料热压实至至少90％的密度。因此，在槽内缩锻(upset)并且具有与槽的紧密摩擦界面的给料能够在抵接部处挤出通过约85°的剪切。由于85°剪切忽略应变效应，从原始直径至挤出产品的挤压率为0.8至4.0。产品的密度大于99％。对于通过针对单次通过系统实现大于6.4的挤压比，需要将溢料间隙更好地控制为0.2mm至0.3mm、通过使用比水具有更小热容的诸如硅油的流体的减小冷却的受控的热量流动通过轮44以及在启动

时将嵌入件模具60从外部加热至至少400℃。多股压模嵌入件66'(图3B和3C)对于16的挤压比是优选的。原料输入的按比例降低(例如通过减小槽42、抵接部57和鞋状嵌入件的舌状件55的尺寸),还允许生产更窄规格的材料。

[0128] 就全致密棒原料而言,在高β相区中处理冷等压棒导致产生多相粗微结构。对于处理最优化而言,对钛原料需要进行高α相区和/或低β相区挤出。由粉末原料形成的产品能够得益于后轧后厂内退火,以恢复延展性。

[0129] 在等效原料预热条件下,与挤出由粉末压实棒给料的情况相比,在挤出全致密棒时在抵接部附近产生的热量更大。与部分致密相比,在挤出全致密原料时所需的挤出功率也更大,然而,全致密原料需要更少的能量来生产相同的产品长度,这是因为挤出较不致密的原料需要更多的时间。

[0130] 能够使用CP钛作为软基质来挤出粉末,所述粉末被压实(例如通过冷等静压)以利用CP钛和AI-40V母合金(没有粘合剂)的粉末混合物将条生产成Ti-6Al-4V合成物,以生产CP钛和母合金金属间化合物的分散颗粒的复合结构,在该复合结构中,CP钛作为主相。在挤出产品中,在软基质和金属间化合物颗粒之间存在很小的扩散。在1000至1200℃持续1至4小时的β均化处理之后,能够移除剩余的母合金颗粒,以生产粗颗粒结构,用于进一步锻造形成更窄的规格。均化温度取决于混杂粉末中的母合金颗粒(意图64至25μm的D50)的粗糙度。

[0131] 由自由流动粉末挤出

[0132] 可以在接收的(as-received)或者成球状条件下经由粉末送料机单元作为基本或者混杂元素粉末混合物传送供给到旋转挤出机的有色金属的可高温成形粉末原料。通过送料机旋转和倾斜来控制加热驻留时间,从而允许全范围的粉末形态被传送到挤出机。在钛粉的情况下,经由粉末送料机单元供给至挤出机的粉末给料包括-140μm氢化/脱氢粉末,所述粉末粒化成薄片、圆盘或者立方体(+1mm,-4mm);或者作为原粉(-0.85mm,+0.355mm)和-140μm。其它粉末形态和尺寸也是可行的。

[0133] 粉末物质和热流匹配挤出机的物质输出。对于预热到510至1000℃的流动粉末,挤出是可行的。在CP钛挤出物的情况下,在这种预热范围的下限处,挤出物的微结构是超细晶粒,所述超细晶粒细化为具有小于3μm的粒度。优选的挤出温度与合金有关,但是对于CP钛而言,高α相区中的预热温度是优选的(约800℃)。接近600℃时,尤其是在承受外部应力时,钛粉具有粘结或烧结在一起形成结块的趋势。因此,必须调节来自粉末送料机的质量流,以便通过使轮的转速与粉末输送至轮的输送速度匹配来控制大量(flood)供给的程度而在靴状件嵌入件下方使粉末最大化聚集到压实区域,并且防止结块和堵塞。还可以进一步减小结块和堵塞,并且通过在斜槽料斗处应用轻敲装置来成功输送更高温度下的更细粉末。挤出在这样的轮表面速度下是可行的,所述轮表面速度为0.02m/s至0.32m/s,其中0.16m/s至0.33m/s是优选的。需要较快的初始轮速,以便形成轮胎,然后可以减小轮的速度,以便更紧密地匹配流至轮顶部的质量流和流出压模嵌入件的质量流。

[0134] 当粉末球或者粉末D50与槽宽度的比大于0.33时,发生CP钛的由大于30%至50%的理论值的振实密度的自由流动的H/DH粉末的挤出,而当这个比在510℃条件下小于0.046时不发生挤出。

[0135] 在更高的预热条件下由<0.046至0.33的比值挤出是可行的,因为这增加了钛颗粒

相互之间以及与轮槽的壁的粘结度和摩擦相互作用。而且，通过引入从动模压辊来实施的预压实可以允许通过增加颗粒和槽轮表面之间的摩擦相互作用以及增加槽中粉末的密度来从小于0.046的比值进行挤出。通过预压实或者诸如研磨的其它方法或者某些组合来增大低密度粉末的密度(理论值的10％至30％)也是有益的。

[0136] 最后，应当理解的是，在不悖离本发明的精神或者范围的前提下，多种修改、改变和/或添加可以引入到先前描述的部件的构造和布置方案中。

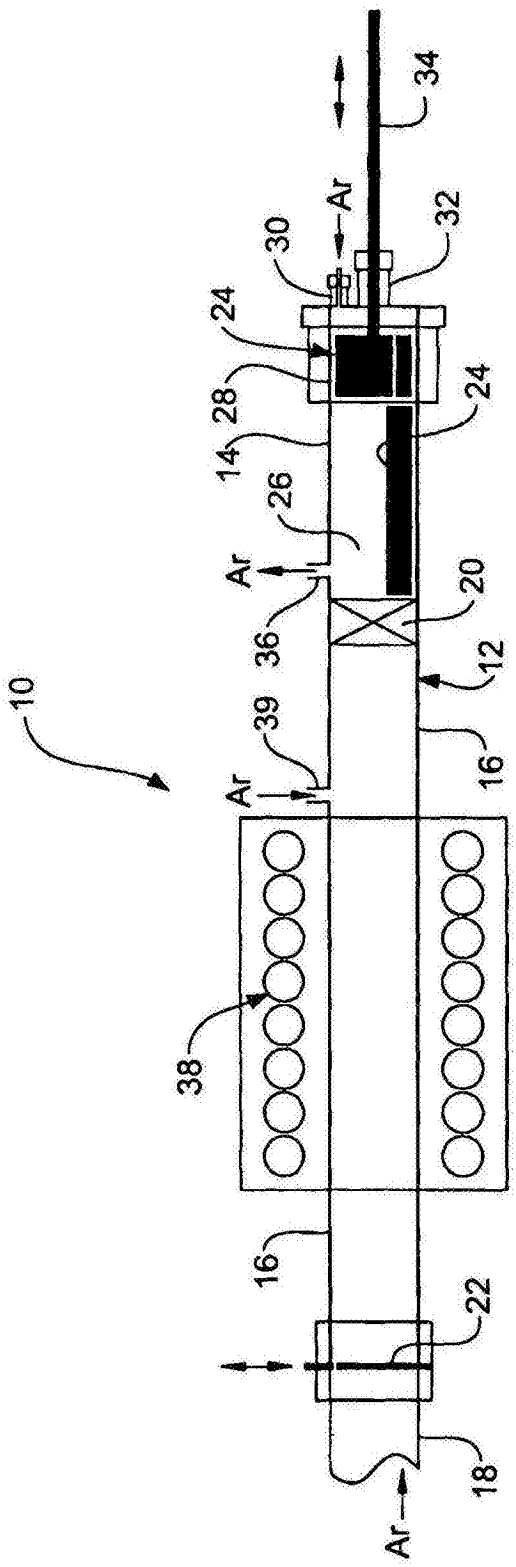


图1

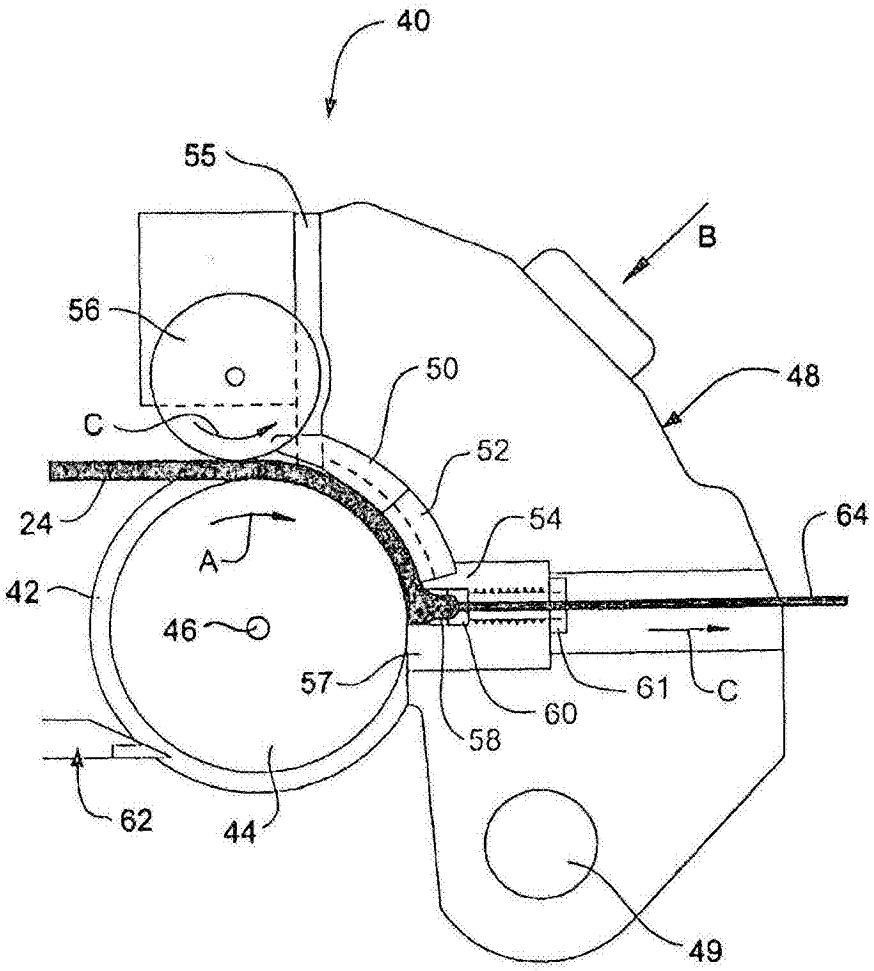


图2

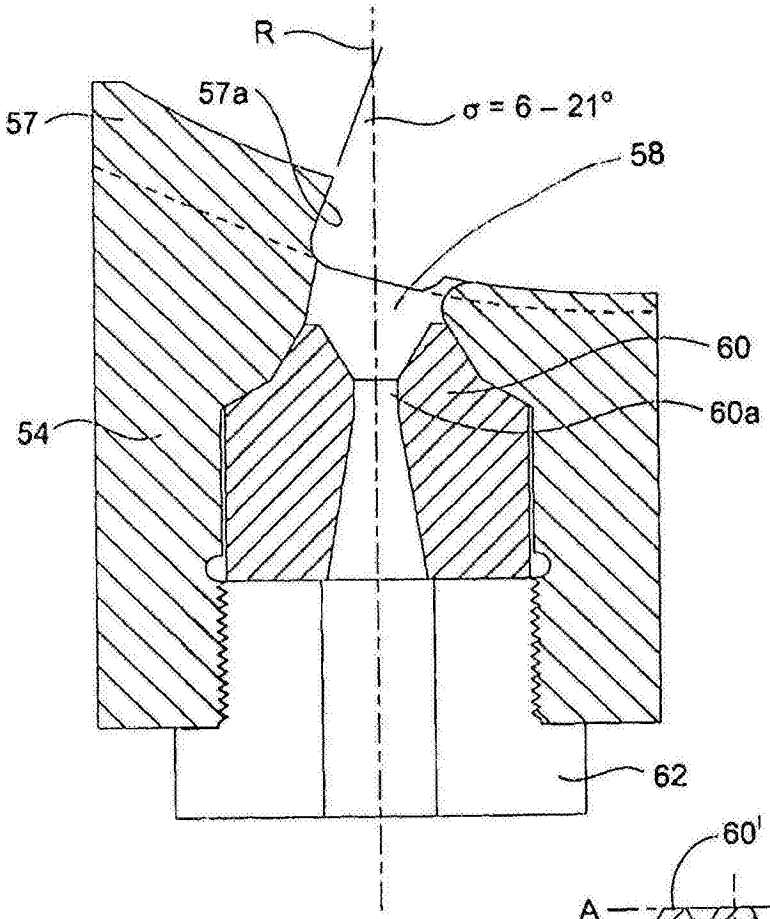


图 3

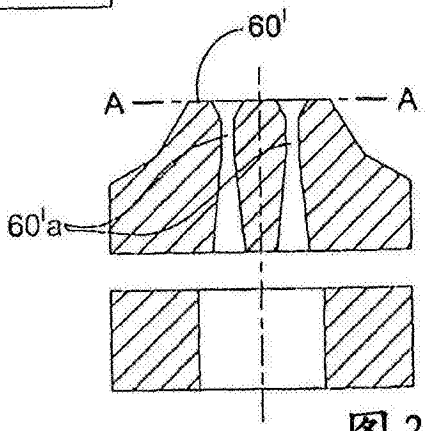


图 3B

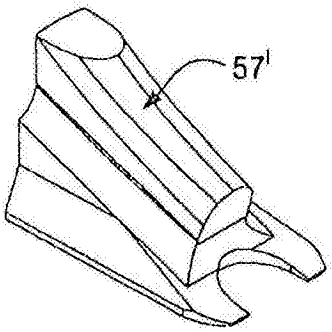


图 3A

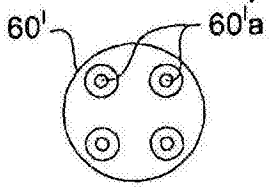


图 3C

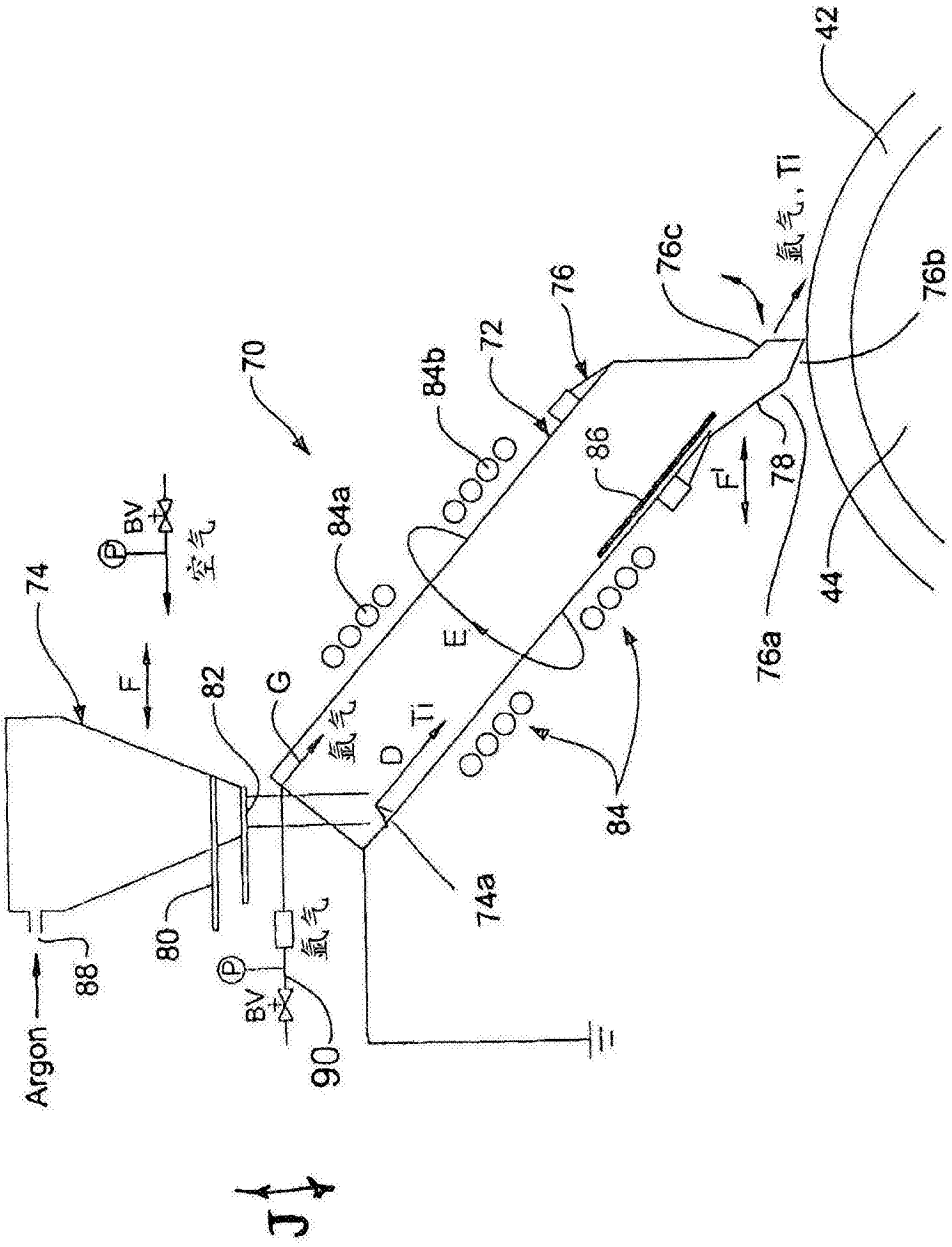

42
氩气, Ti
76c
76b
76
72
84b
70
86
F'
78
84a
BV
空气
74
44
76a
E
F
82
G
氩气
Ti
D
84
74a
80
氩气
88
BV
90
Argon
J

图4

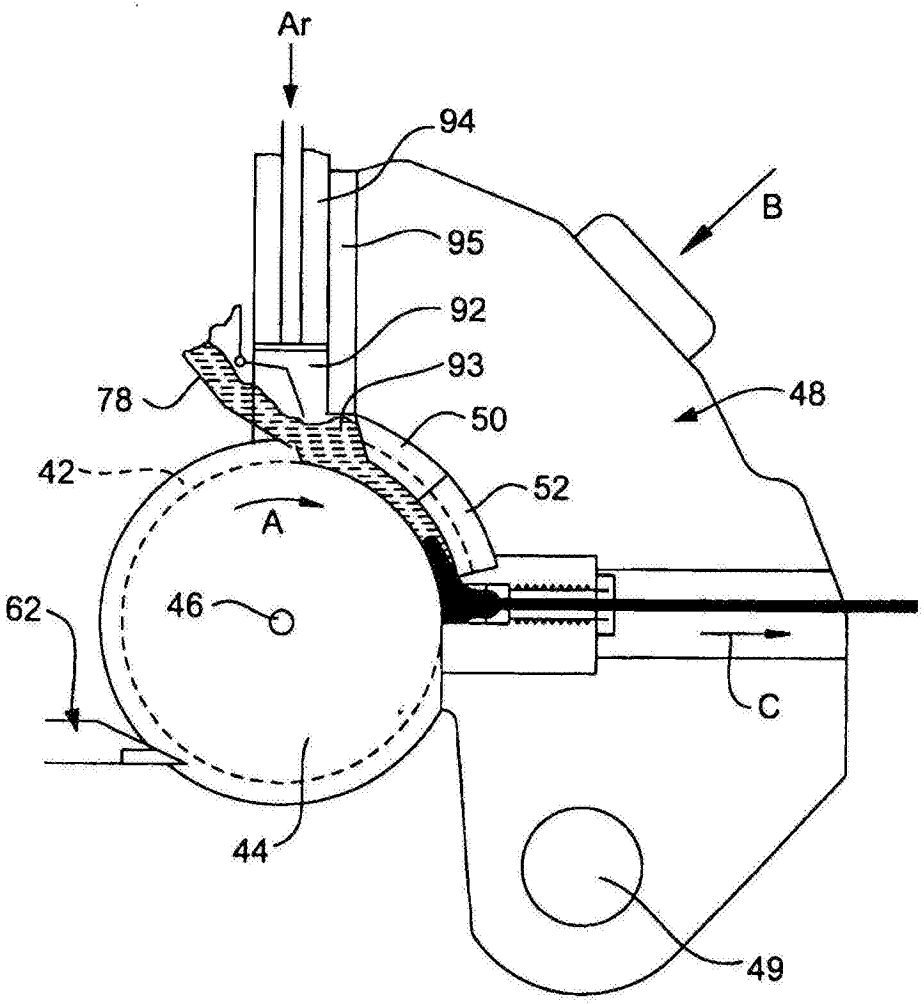


图5

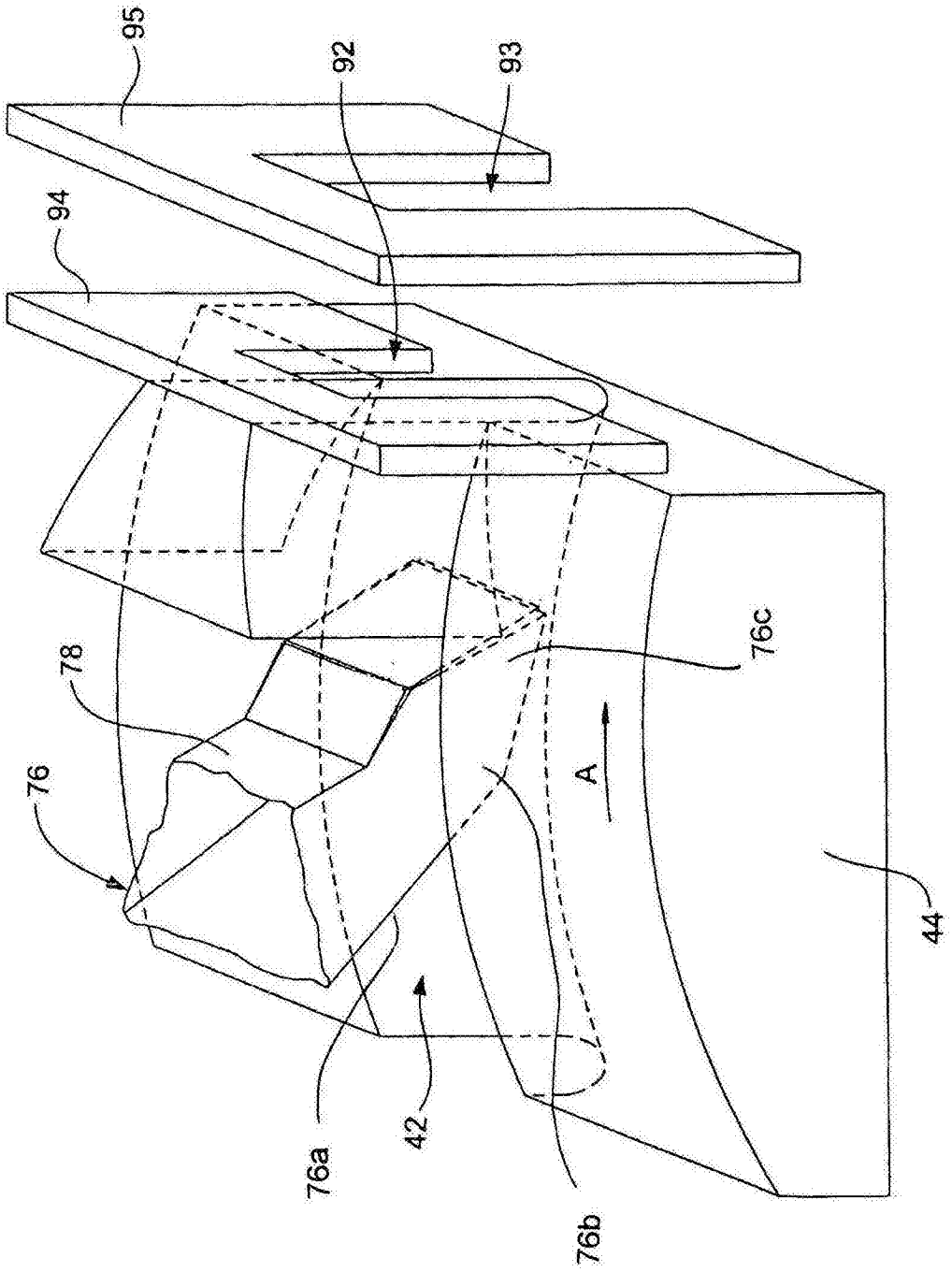


图6

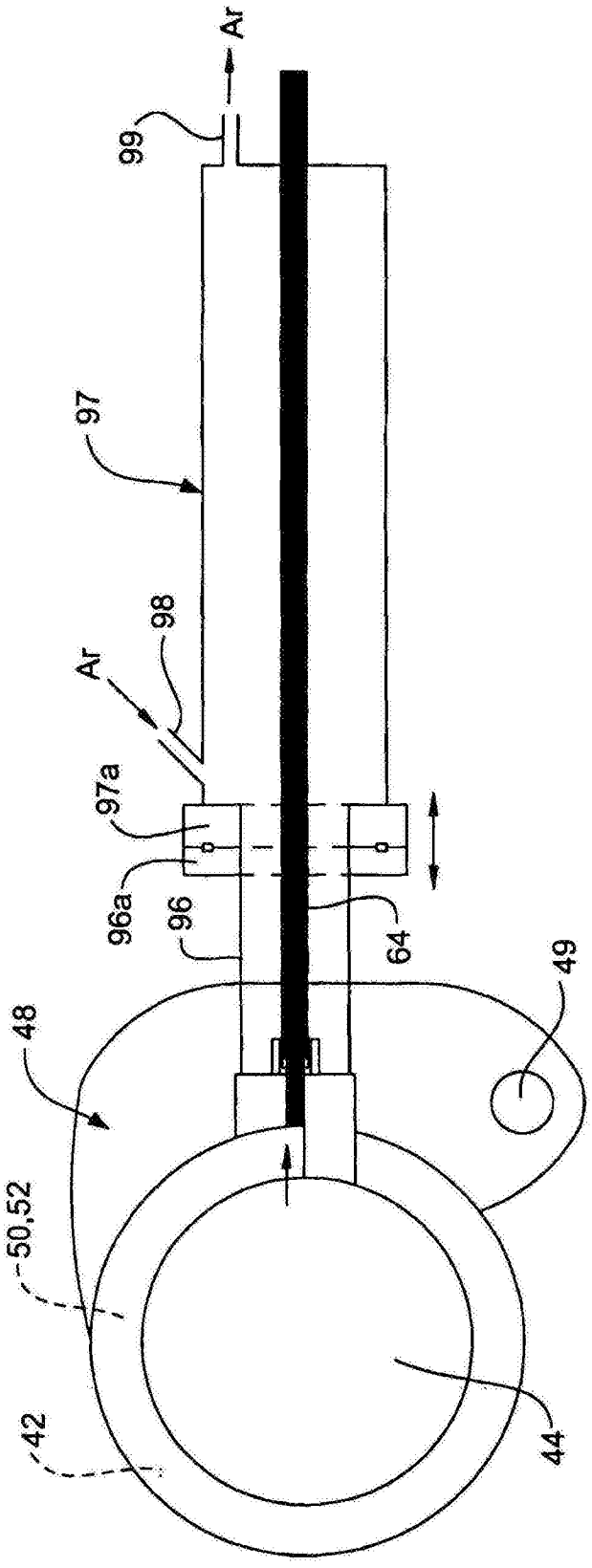

Ar
99
97
98
Ar
97a
96a
96
64
49
48
50,52
42
44

图7

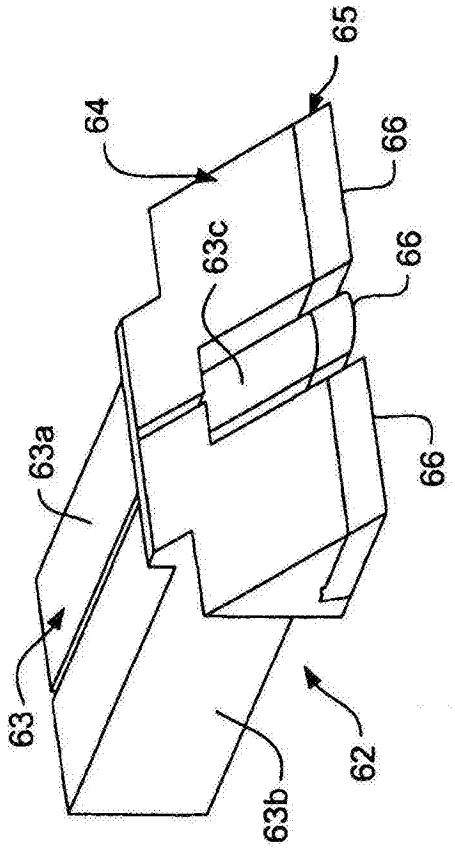

65
64
66
63c
66
63a
66
63
62
63b

图8

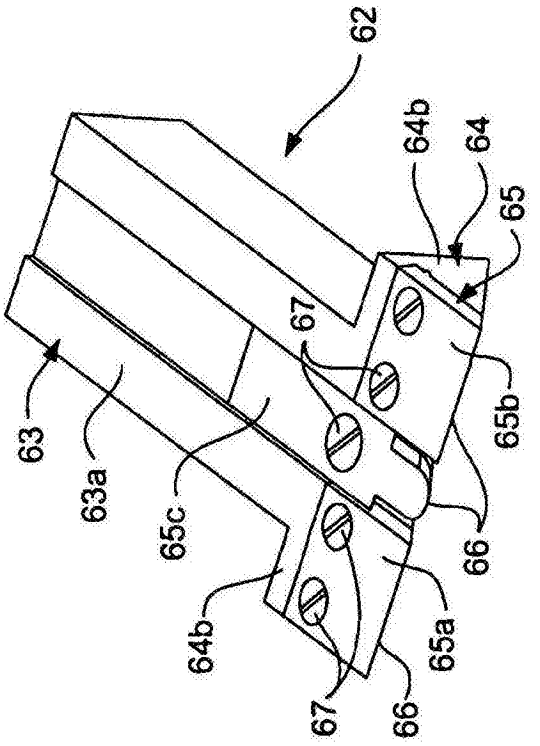

62
64b
64
65
67
63
63a
65c
65b
66
64b
65a
67
66

图9

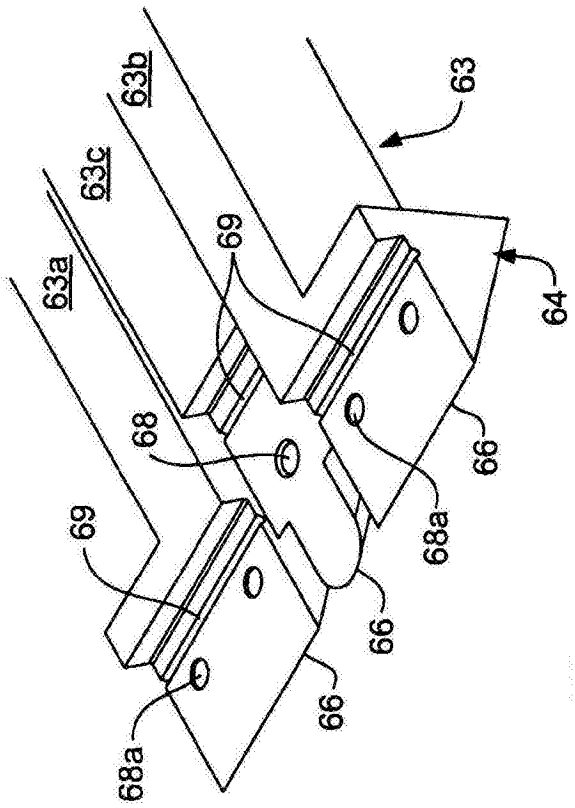

63b
63
63c
69
63a
64
68
66
68a
69
66
66
68a

图10

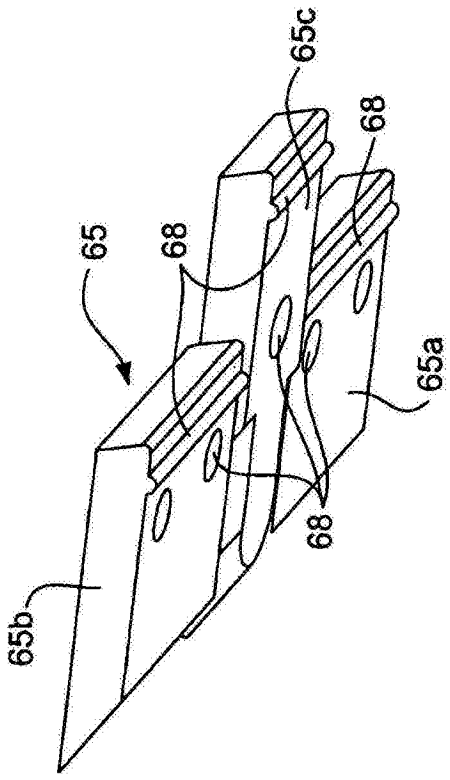

65c
68
65
68
65a
68
65b

图11