[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
B01J 35/04
B01D 53/92
F01N 3/28

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96194765.9

[45]授权公告日 2002 年 1 月 23 日

[11]授权公告号 CN 1078101C

[22]申请日 1996.5.15 [24]颁证日 2002.1.23
[21]申请号 96194765.9
[30]优先权
[32]1995.6.14 [33]DE [31]19521685.7
[86]国际申请 PCT/EP96/02094 1996.5.15
[87]国际公布 WO97/00135 德 1997.1.3
[85]进入国家阶段日期 1997.12.12
[73]专利权人 发射技术有限公司
地址 联邦德国洛马尔
[72]发明人 路德维希·维尔斯
[56]参考文献

CA2083742	1993. 8.20	B01D53/36
CN1041292	1990. 4.18	B01J35/04
CN1086001	1994. 4.27	F16S1/00
DE3743724	1989. 4.20	B01D53/36

审查员 沙开清

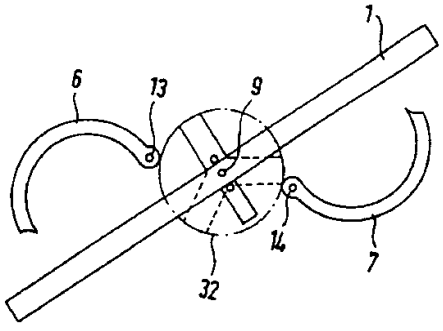
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 孙 征

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图页数 6 页

[54]发明名称 制作蜂窝体、特别是催化剂载体的装置和方法

[57]摘要

本发明涉及一种用一叠金属片制造蜂窝体的装置，至少局部有结构地制成 金属片从而构成若干条允许流体穿过的通道。此装置包括一个可绕轴转动 的且握持各叠材的叉形卷绕装置以及闭合而形成一个型模的弧形模段。此 型模由至少两个弧形模段构成。各弧形模段可分别绕轴转动，而其转向与 卷绕装置转向相反，将弧形模段的转轴分别设置成与卷统装置的轴平行。



ISSN1008-4274

01.05.10

权 利 要 求 书

1. 一种制作蜂窝体的装置，此蜂窝体或催化剂载体由至少一叠（1，2，3）至少局部有结构的若干金属片构成，所述金属片构成数条允许流体穿过的通道，其中此装置具有：一个绕中心轴线（9）沿方向（S）转动且握持各叠材（1，2，3）的叉形卷绕装置；闭合而形成一个与制成的蜂窝体的外形相同的型模（5）的弧形模段（6，7，8），其特征在于，设置至少两个弧形模段（6，7，8），其中各弧形模段（6，7，8）可分别绕转轴（13，14，15）而沿与卷绕装置转向（S）相反的方向旋转，该转轴（13，14，15）分别平行于中心轴线（9）。

2. 按权利要求 1 的装置，其特征在于，所述的蜂窝体是催化剂载体。

3. 按权利要求 1 所述的装置，其特征在于，各弧形模段（6，7，8）的转轴（13，14，15）位于制成的蜂窝体外边缘线附近。

4. 按权利要求 3 的装置，其特征在于，各弧形模段（6，7，8）的转轴（13，14，15）位于各弧形模段（6，7，8）的端区内。

5. 按权利要求 1 或 3 所述的装置，其特征在于，为了用多于两个的叠材卷绕出一个蜂窝体，设有与叠材（1，2，3）数目同样多的弧形模段（6，7，8）。

6. 按权利要求 1 或 3 或 5 所述的装置，其特征在于，转轴（13，14，15）等间距地设置在制成的蜂窝体的包络线上。

7. 按权利要求 1-6 之一所述的装置，其特征在于，各转轴（13，14，15）设置在构成支座（10，11，12）的弧形模段（6，7，8）端部上，各支座（10，11，12）可以移向中心轴线（9）或移离中心轴线。

8. 按权利要求 7 所述的装置，其特征在于，此装置具有一个基板并带有沿径向伸向中心区的导槽，在相应的导槽中可滑动地装有一个构成转轴的销柱。

9. 按权利要求 8 所述的装置，其特征在于，各导槽具有呈多边形的横截面。

10. 按权利要求 9 所述的装置，其特征在于，各导槽具有呈 T 形式

燕尾形的横截面。

11. 按权利要求 7-9 之一所述的装置，其特征在于，各转轴（13，14，15）可通过电机移向和移离中心轴线（9）。

12. 按权利要求 11 所述的装置，其特征在于，各转轴（13，14，15）与步进电机相连。

13. 按权利要求 7-9 之一所述的装置，其特征在于，各转轴（13，14，15）可借助一个活塞缸单元（22，23，24）移向和移离中心轴线（9）。

14. 按权利要求 13 所述的装置，其特征在于，各活塞缸单元（22，23，24）是液压驱动式或气动式的。

15. 按权利要求 7-9 之一所述的装置，其特征在于，各转轴（13，14，15）可克服弹簧力地移离中心轴线（9）。

16. 按权利要求 15 所述的装置，其特征在于，各转轴（13，14，15）移离中心轴线（9）时所克服的弹簧力是可调节的。

17. 按权利要求 15 或 16 所述的装置，其特征在于，所述弹簧的特性曲线是一条递减变化曲线。

18. 按权利要求 15、16 或 17 所述的装置，其特征在于，各转轴（13，14，15）离开中心轴线（9）时克服至少一根拉簧弹力地移动。

19. 按权利要求 15-18 之一所述的装置，其特征在于，各转轴（13，14，15）离开中心轴线（9）时克服一根压簧弹力地移动。

20. 按权利要求 1-19 之一所述的装置，其特征在于，为了绕各自的转轴（13，14，15）旋转，各弧形模段（6，7，8）与至少一个驱动单元（25，26，27）相连。

21. 按权利要求 20 所述的装置，其特征在于，驱动单元（25，26，27）是一个液压驱动式或气动式活塞缸单元。

22. 一种制作一个具有许多条允许流体穿过的通道的且由若干至少局部有结构的金属片构成的蜂窝体的方法，其中：

一个叠材（1）由若干至少局部有结构的金属片叠置而成；

叠材（1）被置于一个打开的型模（5）中，型模（5）由与制成的蜂窝体的外形相同的弧形模段（6，7，8）构成；然后，叠材（1）在此型

模（5）中被一个卷绕装置裹持在一个中央区内；

沿转向（S）卷绕叠材（1）；

当卷绕到预定程度时，通过使弧形模段（6，7，8）与卷绕装置的转向（S）相反的方向旋转而闭合型模（5）。

23. 一种制作一个具有多条允许流体流过的槽的且由若干至少局部有结构的金属片构成的蜂窝体的方法，其中：

若干叠材（1，2，3）分别由至少局部有结构的金属片叠置而成；

各叠材（1，2，3）绕各自的弯折线（16，17，18）被弯折；

叠材（1，2，3）被置于一个打开的型模（5）中，型模（5）由与制成的蜂窝体的外形相同的弧形模段（6，7，8）构成；然后，叠材（1）在型模（5）中被一个卷绕装置裹持在一个中央区内；

沿转向（S）卷绕叠材（1，2，3）；

当卷绕到预定程度时，通过使弧形模段（6，7，8）与卷绕装置的转向（S）相反的方向旋转而闭合型模（5）。

24. 按权利要求 19 或 20 所述的方法，其特征在于，在各叠材（1，2，3）上并在中央区内分别设置一个用于压靠的支座（10，11，12）；在相互卷绕期间内，各支座（10，11，12）可沿径向移离中央区（4），同时支座总是压靠在叠材（1，2，3）上。

说　明　书

制作蜂窝体、特别是催化剂载体的装置和方法

本发明涉及一种制作一个带有许多条允许流体穿过的通道的蜂窝体的方法和装置，特别是催化剂载体的制作方法和装置。

为了避免有害物质，特别是为了避免机动车废气中的有害物质而使用了催化剂载体。这种催化剂载体可以是金属蜂窝体。蜂窝体包括一叠至少局部有结构的金属片。这叠金属片环绕中央区和自身反向地卷绕。这种蜂窝体的实施方案例如已在美国专利 US4923109 中公开了。

在 WO90/03220 中也公开了一种用于机动车的金属催化剂载体，它由至少局部有结构的金属片制成。这种催化剂载体包括至少三叠金属片，其中至少三叠金属片绕各自的弯折线在蜂窝体中心区内被折叠，然后在折叠状态下使这三叠金属片沿弯折线彼此同向地围绕中央区。

为了制造这种催化剂载体，所公开的装置包括一个可绕轴转动的且握持各叠金属片的叉形卷绕装置和自身闭合而形成一型模的弧形模段。闭合后的型模内轮廓与卷绕状态下的蜂窝体外形是一致的。最常见的用于制造蜂窝体的型模是圆筒形的。为了确保叠材绕自身和中央区卷绕，弧形模段如此移向叠材，即在叉形卷绕装置转动期间内，这叠或这些叠金属片压靠在弧形模段边缘上而这个边缘是一个支座。为了结束制造过程，型模完全闭合，因此使蜂窝体最终定形。

此公知的装置具有两个弧形模段，它们可以沿直线相互移近和远离。在闭合过程中存在这样的危险，即至少一个弧形模段沿与尚需卷绕的叠材部分的运动方向相反的方向运动。当该弧形模段触及上述卷绕部分时，可能使叠材产生不希望的变形。这种变形会导致单个金属片局部弯曲。因此不利地影响了制成的蜂窝体结构。一方面，蜂窝体强度受损；另一方面，槽的横截面发生局部变化。

基于此，本发明的目的是改进已知的蜂窝体制作装置，从而在制作过

程中不再出现叠材或单个金属片变形的危险。还提供了一种蜂窝体制作方法，利用此方法就可以避免各叠金属片的变形。

为实现上述目的，根据本发明提供一种制作蜂窝体的装置，此蜂窝体或催化剂载体由至少一叠至少局部有结构的若干金属片构成，所述金属片构成数条允许流体穿过的通道，其中此装置具有：一个绕中心轴线沿方向转动且握持各叠材的叉形卷绕装置；闭合而形成一个与制成的蜂窝体的外形相同的型模的弧形模段，其特征在于，设置至少两个弧形模段，其中各弧形模段可分别绕转轴而沿与卷绕装置转向相反的方向旋转，该转轴分别平行于中心轴线。

根据本发明，所述的蜂窝体是催化剂载体。各弧形模段的转轴位于制成的蜂窝体外边缘线附近。各弧形模段的转轴位于各弧形模段的端区内。为了用多于两个的叠材卷绕出一个蜂窝体，设有与叠材数目同样多的弧形模段。转轴等间距地设置在制成的蜂窝体的包络线上。各转轴设置在构成支座的弧形模段端部上，各支座可以移向中心轴线或移离中心轴线。此装置具有一个基板并带有沿径向伸向中心区的导槽，在相应的导槽中可滑动地装有一个构成转轴的销柱。各导槽具有呈多边形的横截面。各导槽具有呈 T 形式燕尾形的横截面。各转轴可通过电机移向和移离中心轴线。各转轴与步进电机相连。各转轴可借助一个活塞缸单元移向和移离中心轴线。各活塞缸单元是液压驱动式或气动式的。各转轴可克服弹簧力地移离中心轴线。各转轴移离中心轴线时所克服的弹簧力是可调节的。所述弹簧的特性曲线是一条递减变化曲线。各转轴离开中心轴线时克服至少一根拉簧弹力地移动。各转轴离开中心轴线时克服一根压簧弹力地移动。为了绕各自的转轴旋转，各弧形模段与至少一个驱动单元相连。驱动单元是一个液压驱动式或气动式活塞缸单元。

为实现上述目的，根据本发明提供一种制作一个具有许多条允许流体穿过的通道的且由若干至少局部有结构的金属片构成的蜂窝体的方法，其中：一个叠材由若干至少局部有结构的金属片叠置而成；叠材被置于一个打开的型模中，型模由与制成的蜂窝体的外形相同的弧形模段构成；然后，叠材在此型模中被一个卷绕装置裹持在一个中央区内；沿

转向卷绕叠材；当卷绕到预定程度时，通过使弧形模段与卷绕装置的转向相反的方向旋转而闭合型模。

为实现上述目的，根据本发明提供一种制作一个具有多条允许流体流过的槽的且由若干至少局部有结构的金属片构成的蜂窝体的方法，其中：若干叠材分别由至少局部有结构的金属片叠置而成；各叠材绕各自的弯折线被弯折；叠材被置于一个打开的型模中，型模由与制成的蜂窝体的外形相同的弧形模段构成；然后，叠材在型模中被一个卷绕装置裹持在一个中央区内；沿转向卷绕叠材；当卷绕到预定程度时，通过使弧形模段与卷绕装置的转向相反的方向旋转而闭合型模。

本发明的装置是用于制作蜂窝体的，其中蜂窝体由至少一叠至少局部有结构的金属片构成，金属片构成数条允许流体穿过的通道。蜂窝体制作装置具有一个由至少两个弧形模段构成的型模，各弧形模段可分别绕转轴而沿与卷绕装置转向相反的方向旋转，其中转轴分别平行于卷绕装置的中心轴线。由于使每个弧形模段沿与卷绕装置转向相反的方向旋转，所以防止了一叠或多叠金属片在型模闭合时被镦弯．在多于两叠金属片的情况下，本装置最好具有和叠材数目同样多的弧形模段，它们可以沿与卷绕装置转向相反的方向转动。弧形模段的转轴最好等间距地分布在制成的蜂窝体的包络线上。

根据已知的蜂窝体制作装置的结构，蜂窝体的金属片叠要承受较高应力。其中，金属片的应力是由于支座相对于施力中心间隔设置而引起的。包括支座、金属片叠和施力中心在内的系统与一个单侧夹紧的多层片簧相似。就象在多层片簧情况下那样，在叠材的各金属片层之间存在摩擦。这种摩擦作用要求在卷绕时投入更大的动力。另外，尚未卷绕的各叠材部分被弯曲，因此导致叠材承受挤压变形。

本装置和方法的有利变型基于以下基本设想：如果支座直接压靠在已卷绕的叠材上，则制作一种具有若干条允许流体穿过的通道的蜂窝体、特别是制作一种催化剂载体的可能性是非常理想的。尚未卷绕的各叠材部分是随意的。因此尚未卷绕部分就不承受象现有技术中那样的应力。

根据本发明，这一基本构思体现在一种制作具有若干条允许流体穿过

的通道的蜂窝体、特别是催化剂载体的装置中，蜂窝体或催化剂载体包括一叠至少局部有结构的数个金属片构成，所述装置具有一个可绕轴转动的且握持叠材的叉形卷绕装置和闭合而形成一型模的弧形模段，所述转轴设置在分别构成支座的弧形模段端部上，每个支座可移近和离开所述轴

线。在此装置中，支座总是在卷绕期间内压靠在叠材上。在卷绕期间内，绕起的叠材的径向尺寸逐渐增大。为了支持上述过程，支座可移近和离开所述轴线。支座以确定的压力靠在叠材上。

如果蜂窝体由至少三叠至少局部有结构的若干金属片构成且叠材同向地卷绕在一起，则建议采用这样一种装置，即型模的弧形模段数目等于叠材数。弧形模段绕转轴安置且设置在一个构成支座的各自端部上，所述转轴布平行于所述轴线。该弧形模段可以沿与卷绕装置转向相反的方向转动。每个支座可以移近或远离所述卷绕装置轴线。借助这样的装置就可以制成如 WO90/03220 所述的蜂窝体。

按照另一个有利构思，建议如此改进上述装置，即采用一个带有沿径向伸向中央的导槽的基板，在每个导槽中滑动地安装有一个构成转轴的销柱。每个导槽具有多边形横截面。一个具有 T 形或燕尾形横截面的导槽实施例是优选的。销柱具有一个相应地嵌在导槽中的头部。非强制地规定了，导槽设置在一整块基板中。导槽还可以由多个具有适当形状的板件构成。支座移近和离开所述轴线的运动最好通过电机实现。在这里，步进电机是很适宜的，因为这样可以对支座离开已卷绕的叠材运动作出精确的调节。在电机驱动装置和支座之间还可以设置一个适当的传动装置。当然也可以想出其它方案，例如一个齿条，齿条一端与支座相连且可以与电机驱动装置的相应齿轮啮合。

本装置的一个优选变型是，每个支座与一个活塞缸单元相连。活塞缸单元可以是液压驱动式或气动式的。在此可以采用公知的标准活塞缸单元。

按照本装置的另一个有利的变型而建议，转轴在离开所述中央轴线时克服弹簧力地移动。此弹簧力是由一根拉簧或压簧或拉（压）簧组件产生的。最好如此调节上述弹簧力，即借助弹簧力使支座压靠在绕起的叠材上。因此可以使该装置与蜂窝体形状和原始材料匹配。弹簧力最好具有递减变化曲线。如此考虑是基于使支座压靠在叠材上的作用力因弯曲半径较大而小于在已弯曲叠材的中心区内的力。选用弹簧的优点在于，可采用工作安全可靠的标准化构件。

为了闭合型模，各弧形模段与一个驱动单元相连，它使相应的弧形模段绕各自的转轴旋转。这种驱动单元可以是液压驱动式或气动式活塞缸单元。

现在，我们来描述一种蜂窝体制作方法，其中蜂窝体具有若干允许流体穿过的通道且由数个至少局部有结构的金属片构成。在此方法中，一叠金属片是由若干至少局部有结构的金属片叠置而成的。将此叠金属片放入一个打开的型模中。在叠材和型模的中央区内，叠材被一个卷绕装置夹持住。卷绕装置可以设计成叉形结构。叠材被此卷绕装置卷绕。通过使弧形模段沿与卷绕装置转向相反的方向转动而使型模闭合。当达到预定卷绕程度时就可以闭合型模。叠材绕自身卷绕是不必要的。当尚未卷绕的叠材部分的伸长小于或等于弧形模段的圆周方向上的长度时，就已经可以开始闭合型模了。如果已经开始闭合型模，则各弧形模段是有助于卷绕的，因为闭合中的弧形模段将尚未卷绕部分压向中央轴线。通过这种方式就可以生产出如 EP0245737 所述的蜂窝体。这种蜂窝体在专业领域中通常标为 S-Kat。

为了制作一种如 WO90/03220 所述的、具有若干条允许流体穿过的通道的且由数个至少局部有结构的金属片构成的蜂窝体，本申请建议：将多叠由至少局部有结构的若干金属片构成的叠材叠置。绕各自的弯折线折叠各叠金属片。每叠金属片被放入一个打开的型模中并在型模中被一个卷绕装置握持在型模中央区内。

按照另一个有利的方法变型而建议，在卷绕装置握持叠材后，在中央区内而分别在叠材两侧设置对置的支座以使支座压靠在叠材上。接着，叠材绕自身反向卷绕。在卷绕过程中，每个支座沿径向从中央区向外移动，同时支座总是靠在叠材上。如果卷绕过程结束，则弧形模段绕相应转轴旋转，由此使型模闭合。

本发明装置和方法的其它优点和特征将借助四个附图所示的实施例加以说明，其中：

图 1 是一个带叠材的装置的第一实施例的俯视简图；

图 2 是带有局部弯曲的叠材的图 1 所示装置的俯视简图；

图 3 是带有闭合模的图 1 所示装置的俯视简图；

图 4 是一个带有三个叠材的装置的第二实施例的俯视简图；

图 5 是带有局部相互卷绕的叠材的图 4 所示装置的俯视简图；

图 6 是带有闭合模的图 4 所示装置的俯视简图；

图 7-12 是本装置第三实施例在不同工段时的俯视简图；

图 13-19 是本装置第四实施例的俯视简图。

在图 1-3 中画出了一个用叠材 1 制作蜂窝体的装置的第一实施例。叠材 1 由若干至少局部有结构的金属片构成，这些金属片在图 1-3 中未示出。这些至少局部有结构的金属片在制作蜂窝体时形成了数条允许流体穿过的通道。此装置包括一个有两个弧形模段 6、7 构成的型模 5。每个弧形模段 6、7 绕各自的转轴 13、14 旋转且其端部结构是这样的，即，使闭合的型模构成一条几乎连续的线。在所示实施例中，蜂窝体 31 具有圆形横截面。在包络线 32 上正相对地形成了这两个弧形模段 6、7。

将叠材 1 置于打开的型模 5 中并在型模中用一个未示出的卷绕装置固定此叠材。此卷绕装置成叉形且可以绕垂直于图面的轴线 9 转动。此卷绕装置绕轴线 9 的转动方向用 S 表示。从图 2 中可以看出，叠材 1 的局部被卷绕。未被卷绕的叠材 1 部分的长度为 L，L 等于包络线 32 周长的一半。在此加工阶段中，弧形模段 6、7 可以沿箭头 F 方向绕各自的转轴 13、14 旋转，从而使型模 5 闭合。因此，弧形模段 6、7 将尚未卷绕的叠材 1 部分压到叠材芯部上。

在图 4-6 中示出了用三个叠材 1、2、3 制作蜂窝体的装置的第二实施例。叠材 1、2、3 绕轴线 9 对称地布置、卷绕装置固定每个叠材 1、2、3 并使它们沿转向 S 转动，但为了更好地观察而未示出此卷绕装置。如上所述，此卷绕装置可以是一个叉形装置。型模 5 包括三个弧形模段 6、7、8。各弧形模段 6、7、8 呈扇形。各弧形模段 6、7、8 可分别绕轴 13、14、15 而与卷绕装置的转向 S 相反地转动。为使各弧形模段 6、7、8 转动而分别设置了一个驱动单元 25、26、27。所述驱动单元 25、26、27 可以是活塞缸单元。活塞杆 28、29、30 与弧形模段 6、7、8 相连。各驱动单元 25、26、27 是位置固定地设置的。

通过在各活塞缸单元25、26、27内适当地形成压力而顶出相应的活塞杆28、29、30而使各弧形模段6、7、8绕转轴13、14、15旋转，进而使型模5闭合。图6示出了型模闭合状态。

现在，参见图7-12所示的第三实施例。所述用于将叠材1制成蜂窝体的装置具有两个可分别绕转轴14、13转动的弧形模段6、7。各弧形模段6、7可沿卷绕装置轴9的径向移动。在图7中示出了一个叠材5安置在打开的型模5中的情况。在叠材被安置在型模中且被未示出的卷绕装置裹住后，弧形模段6、7沿箭头R方向沿径向向里地移向叠材1。各弧形模段6、7的一端用于支承。在此端部上分别设有转轴13、14。靠近叠材1的各弧形模段6、7端部就是支座10、11。当沿转向S卷绕叠材1时，弧形模段6、7可径向向外地沿方向B移动。因而，支座10、11总是压靠在叠材上。特别是可以从图9、10、11中看到这种情况。在卷绕过程基本结束后，弧形模段6、7绕各自的转轴13、14旋转，从而使型模5闭合。图11、12与图1、2是对应的。因此完全可以参见对图1、2内容的说明。

为了制作一种具有数条允许流体穿过的通道的蜂窝体、特别是催化剂载体，需要用数个至少局部有结构的金属片，蜂窝体或载体包括三个由金属片构成的叠材1、2、3，其中在蜂窝体中心区4内绕各自的弯折线16、17、18折叠这三个叠材1、2、3，然后在已折叠状态下同向地将它们绕在一起并根据弯折线16、17、18绕中心区4卷绕，建议采用一种如图13-19所示的装置。此装置包括三个折叠单元19、20、21。每个折叠单元19、20、21具有一根折叠杆33、34、35。折叠杆33、34、35可作直线运动。各折叠单元19、20、21分别具有一个由两部分构成的闸口36、37、38。所述闸口36、37、38分别具有两个绕转轴39、40转动的闸门41、42。这种可转动性是克服阻力实现的。为了折叠叠材1、2、3，与闸口36、37、38平行地设置叠材。折叠杆33对称地安置在闸门41、42之间。由于折叠杆33的力作用在叠材1上且由于闸门41、42的可转动性，所以可沿弯折线16弯折叠材1。在图14中示出了弯折状态。随着折叠过程的进行，叠材1、2、3被送入装置中心区4内。叠材1、2、

3 相对轴线 9 对称布置。在折叠操作后，杆件 33 、 34 、 35 从相应的叠材中退出。在以后的图 15-19 中未示出折叠单元 19 、 20 、 21 ，这样作是为了便于观察。

一个未示出的卷绕装置将每个叠材 1 、 2 、 3 握持住。每个弧形模段 6 、 7 、 8 借助一个活塞缸单元 22 、 23 、 24 径向向内地移向轴线 9 。这种移动过程直到成型于各弧形模段 6 、 7 、 8 一端上的支座 10 、 11 、 12 压靠在有关的叠材 1 、 2 、 3 上时为止，如图 16 所示。如果支座靠在叠材 1 、 2 、 3 上，则可以开始卷绕过程。在图 17 中示出了单个叠材 1 、 2 、 3 的卷绕状态。为了闭合型模 5 ,弧形模段 6 、 7 、 8 分别绕转轴 13 、 14 、 15 旋转。图 18 、 19 与图 5 、 6 相同，因此完全可以参见图 5 、 6 的内容。这些在实施例中描述的蜂窝体具有圆形横截面。在本发明的范围内还可以制作具有非圆形横截面的蜂窝体。在这里，例如还可以是一个具有椭圆形横截面的或局部呈圆形的横截面的或次外摆线形横截面的蜂窝体。

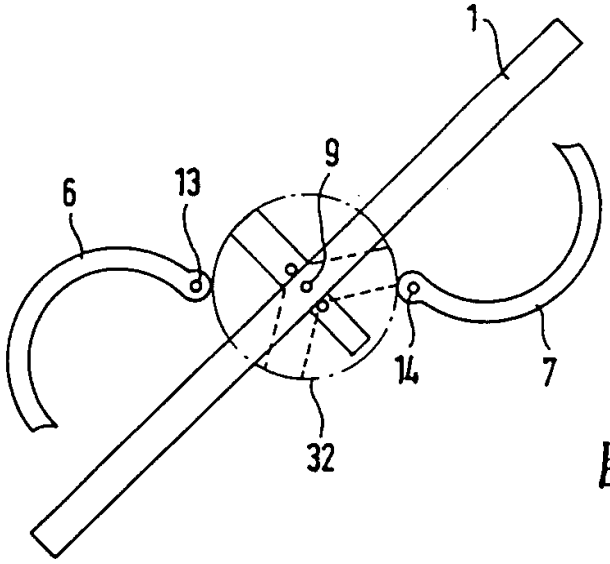


图 1

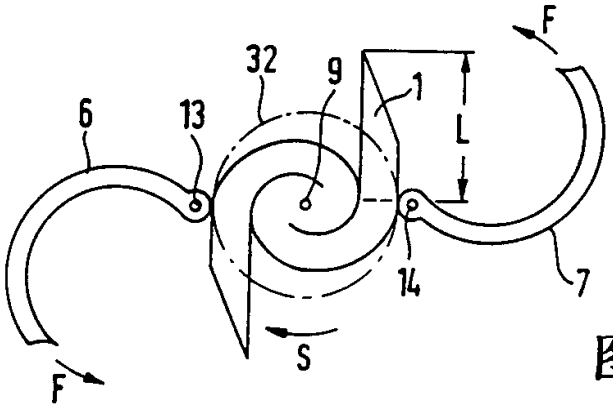


图 2

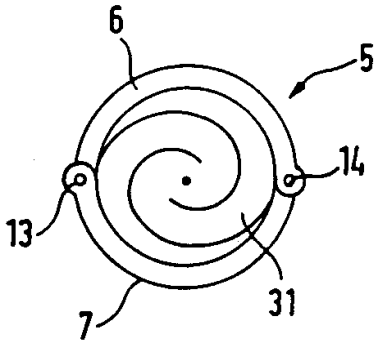


图 3

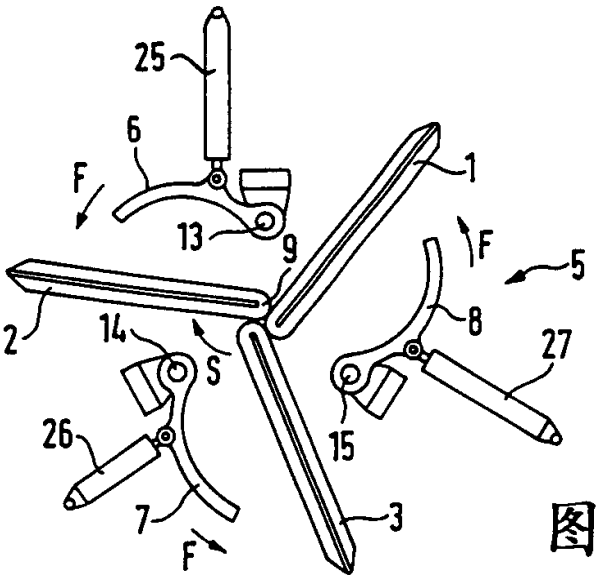


图 4

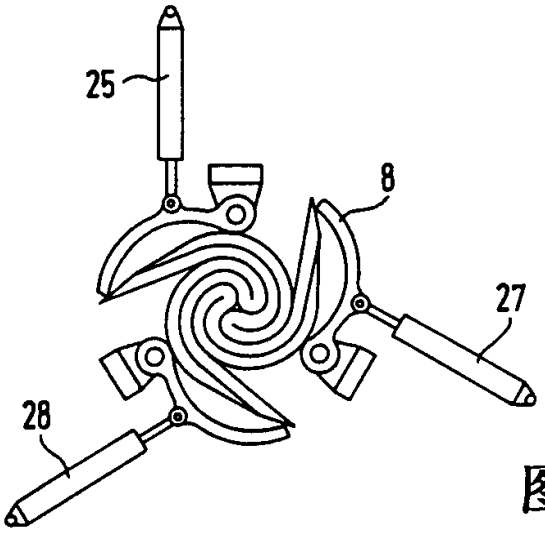


图 5

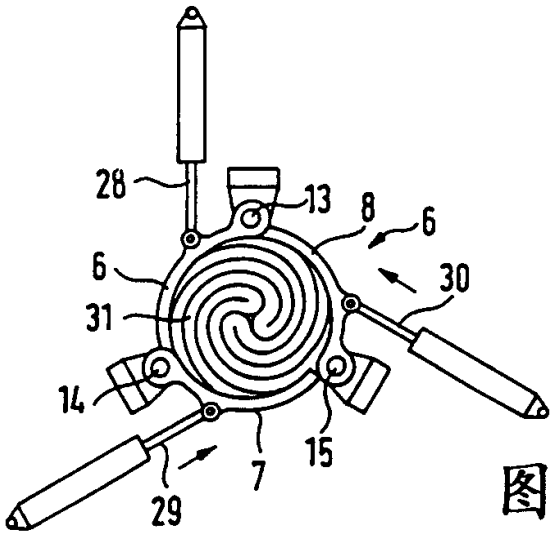


图 6

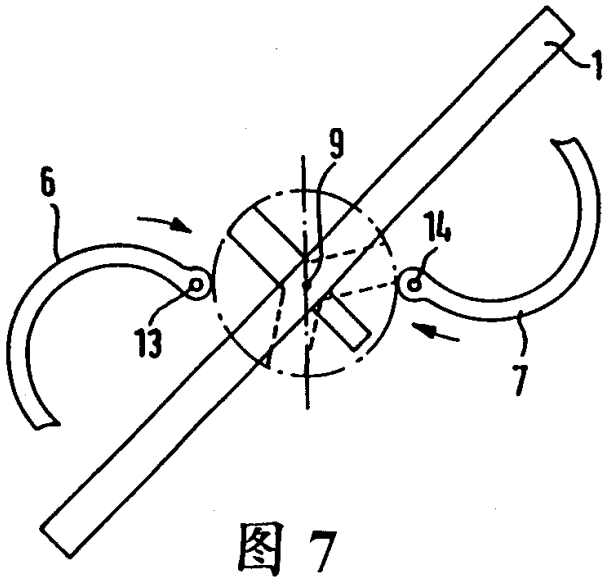


图 7

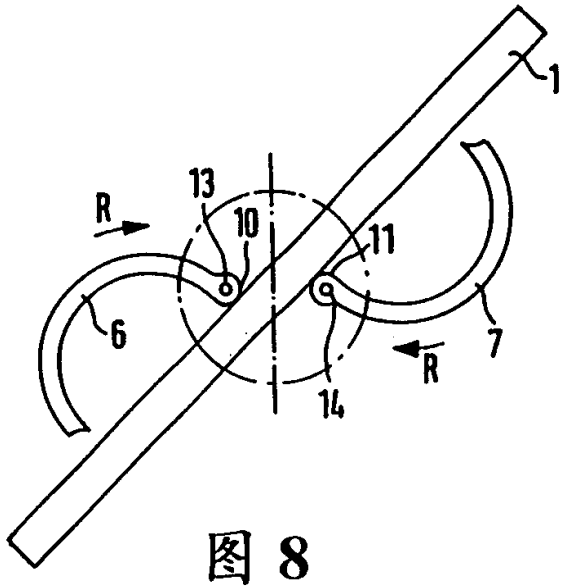


图 8

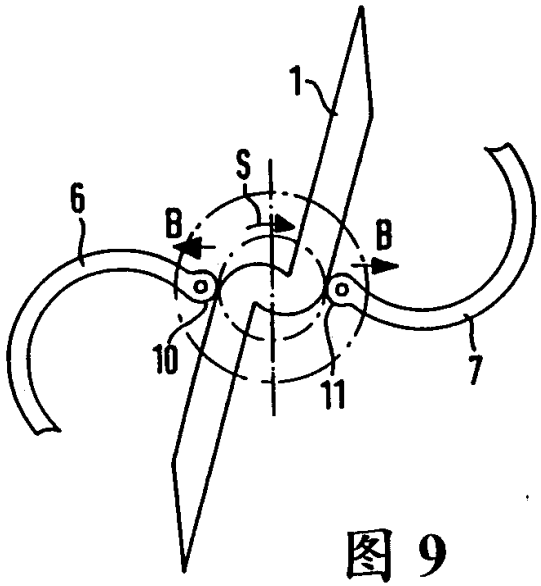


图 9

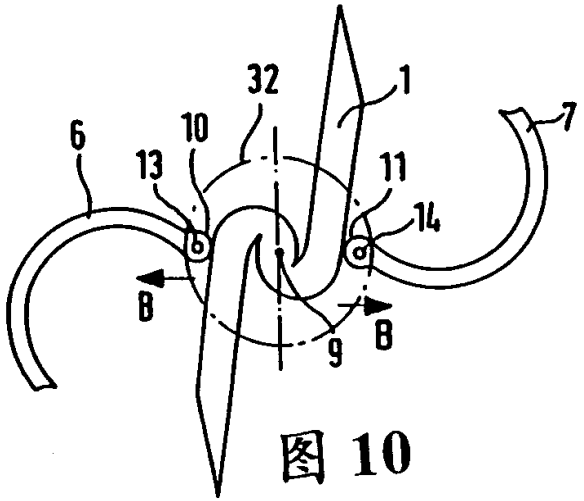


图 10

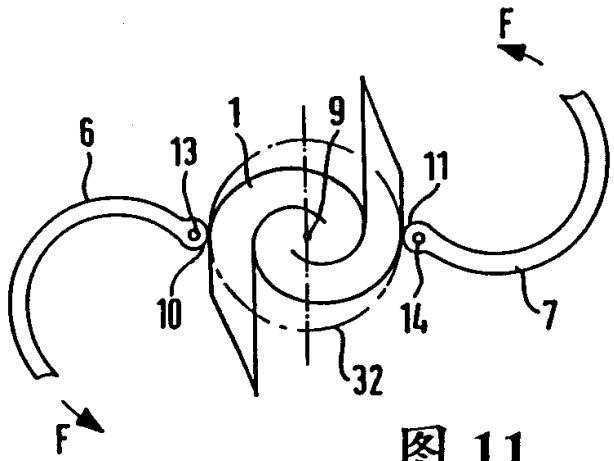


图 11

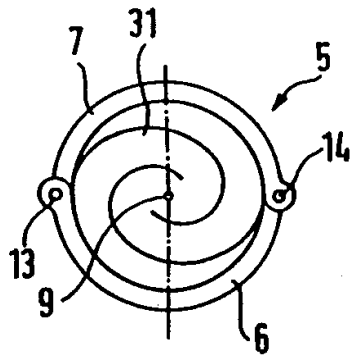


图 12

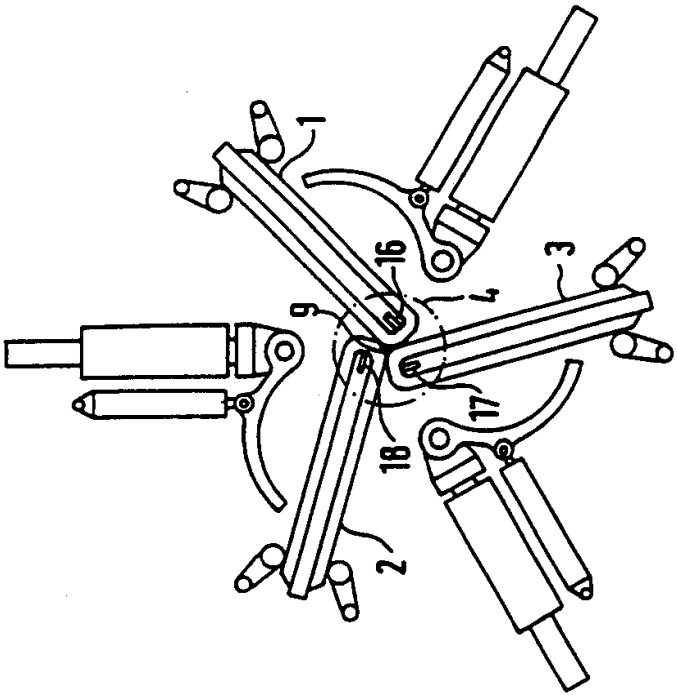


图 14

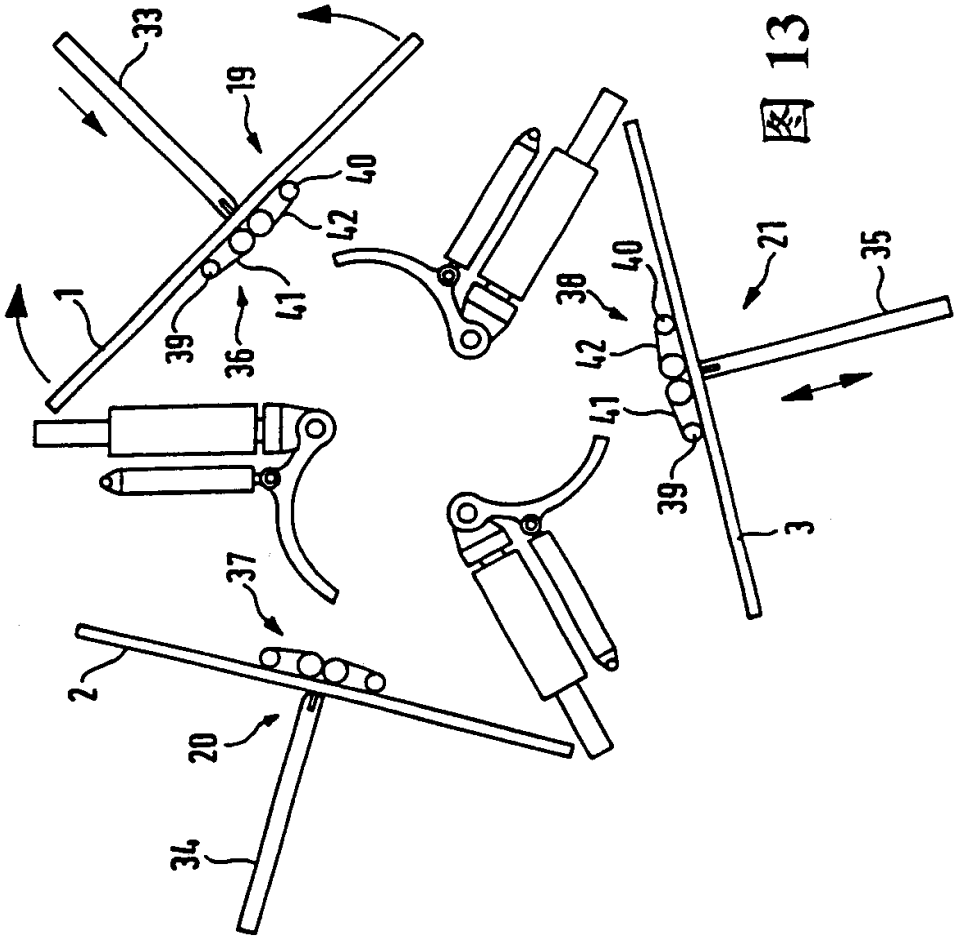


图 13

图 15

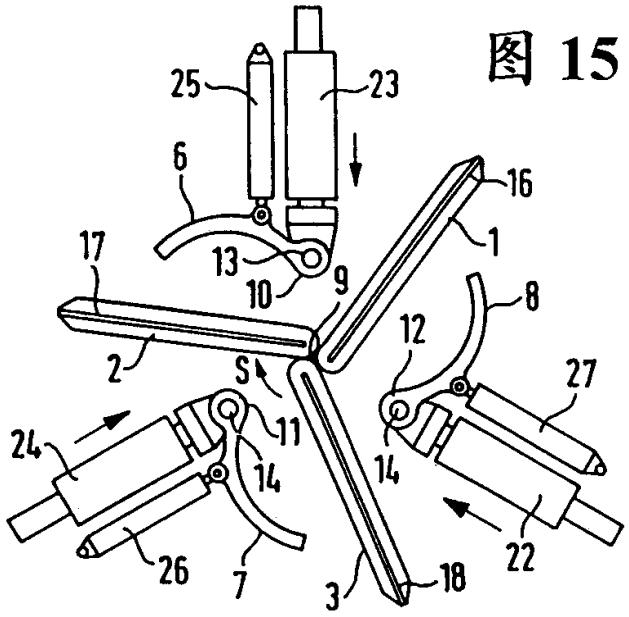

25
23
6
16
1
17
13
10
9
8
12
2
S
27
24
11
14
14
26
7
3
18
22

图 16

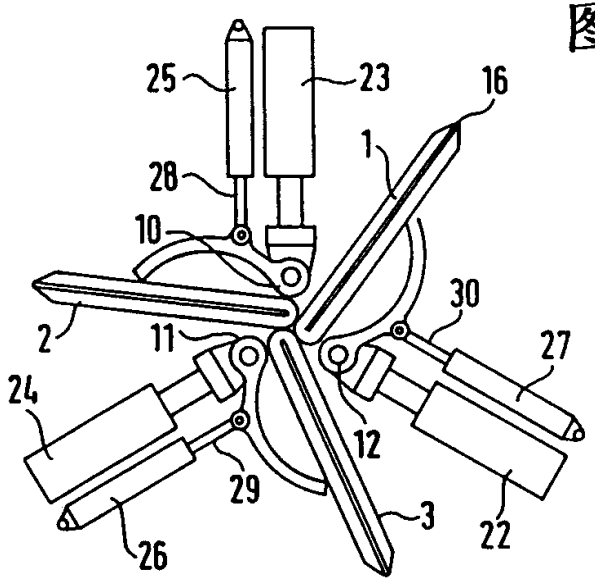

25
23
16
1
28
10
30
2
11
27
24
12
29
3
22
26

图 17

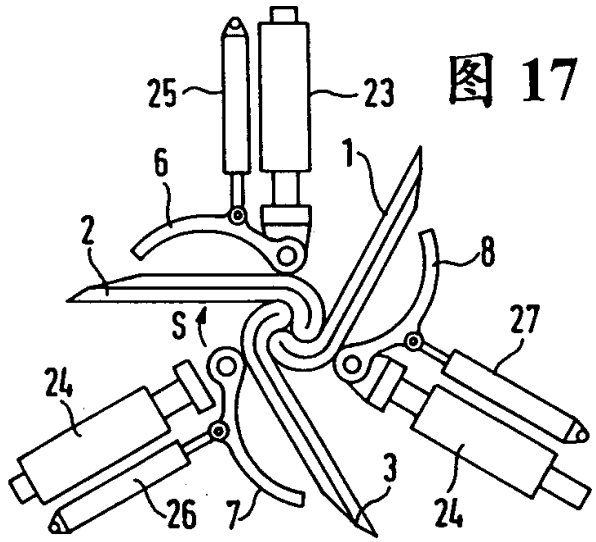

25
23
6
1
2
8
S
27
24
3
26
7
24

图 18

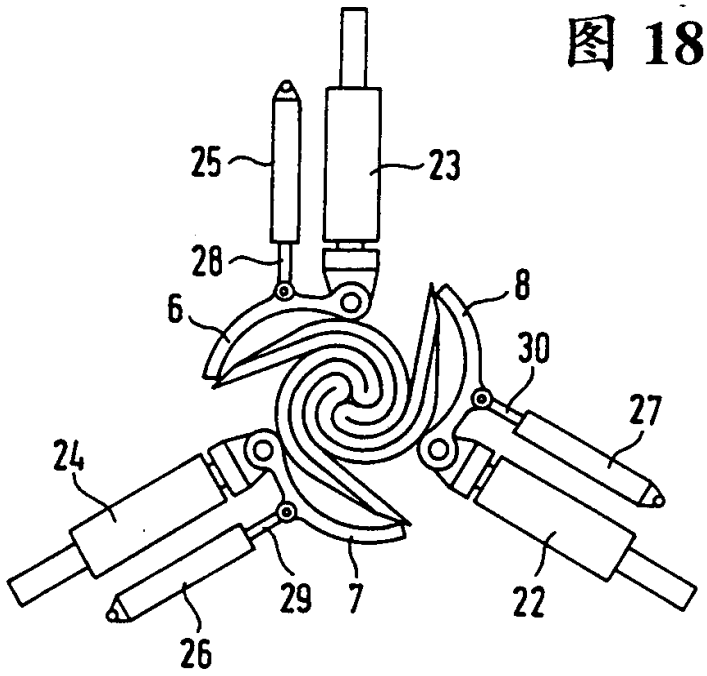


图 19

