[19]中华人民共和国专利局

[11] 公开号 CN 1122567A

[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 94192055.0

[51]Int.Cl[6]

A61B 17/16

[43]公开日 1996 年 5 月 15 日

[22]申请日 94.5.5

[30]优先权

[32]93.5.11 [33]US[31]08/059,834

[86]国际申请 PCT/US94/04987 94.5.05

[87]国际公布 WO94/26177 英 94.11.24

[85]进入国家阶段日期 95.11.10

[71]申请人 杰克·W·罗马诺

地址 美国华盛顿州

[72]发明人 杰克·W·罗马诺

[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

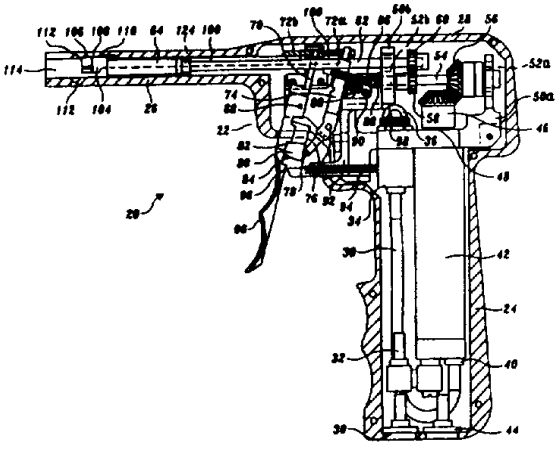
代理人 陈永红

权利要求书 8 页 说明书 24 页 附图页数 11 页

[54]发明名称 用于钻削弯孔的装置

[57]摘要

本发明公开了一种用于钻削弯孔的方法和装置，其中，上述装置包括一把钻枪（20）和一个装有切割钻头（240）的可拆卸刀架（174）。钻枪包括触发开关（66，66′，66″），当操作人员向钻枪手柄（24）的方向按压触发开关时，钻枪将为气动马达提供能量，并以不同的速度沿一弧线推进两个相对的切割钻头。当按压触发开关时，带有一个切割钻头（240）的弯曲导向臂（234）将比另一个弯曲导向臂（234）更快地向前推进，并先越过弯孔的中点，然后，在另一个弯曲导向臂和切割钻头越过中点时，前一弯曲导向臂和切割钻头从中点处回缩。因此，避免了两个切割钻头之间的干涉，并能够加工出光滑的弯孔。此外，可拆卸刀架（174）能够使柔性轴（238）断裂的可能性达到最小。



权 利 要 求 书

1. 一种用于在物体上钻削弯孔的装置，包括：

(*a*) 用于提供转动驱动力的原动机；

(*b*) 一对柔性轴，每根柔性轴都有一个近端和一个远端，上述近端通过机械方式与原动机相连，以便使柔性轴在转动驱动力的作用下转动，而上述远端与一切割钻头相连；

(*c*) 一个柔性轴在其中延伸的壳体，为了在一个物体上钻削出弯孔，上述壳体的远端要置于物体的附近；

(*d*) 一对弯曲的导向器，上述弯曲导向器通过铰接的方式固定，以便使它们能够沿着彼此相交的共面弧线转动，每个弯曲导向器都支撑着两个柔性轴中的一个柔性轴的远端，随着上述两个弯曲导向器从壳体的远端处相向地向外转动，当两个切割钻头转动并在物体上钻削弯孔时，上述弯曲导向器确定了一条每个切割钻头都将遵循的运动轨迹，上述切割钻头由弯曲导向器支撑，并由柔性轴驱动旋转；以及

(*e*) 一对杠杆，上述杠杆铰接在壳体上的铰销处，并且通过机械的方式与不同的弯曲导向器相连，使得当杠杆绕其铰销转动时，弯曲导向器将沿着共面弧线转动，当在物体上钻削弯孔时，上述杠杆按不同的时间顺序沿着运动轨迹的共同部分推进切割钻头，使得切割钻头不会彼此接触。

2. 根据权利要求 1 的装置，其特征在于，两个杠杆中的一个杠杆包括一个触发开关和随触发开关运动的机构，当上述触发开

关仅沿一个方向转动时，上述机构能够使另一杠杆先沿一个方向，然后再沿相反的方向进行转动，使得：

(*a*) 在与另一个杠杆相连的弯曲导向器的带动下，两个切割钻头中的一个切割钻头将先越过弯孔轨迹的中点；

(*b*) 然后，上述的切割钻头将从弯孔轨迹的中点处回缩；之后

(*c*) 另一个切割钻头将越过中点，以便完成弯孔的加工，因此避免了两个切割钻头之间的干涉。

3. 根据权利要求 2 的装置，其特征在于，它进一步包括操纵原动机的控制机构，当触发开关从其静止位置转动时，上述触发开关将启动控制机构，从而能够向切割钻头提供驱动力，以便在切割钻头推进时加工弯孔。

4. 根据权利要求 1 的装置，其特征在于，它进一步包括一个触发开关以及一个连杆机构，上述连杆机构通过机械的方法将触发开关与两个杠杆连接起来，将触发开关与两个杠杆连接起来的上述连杆机构使得触发开关仅沿一个方向的运动将使两个杠杆中的一个杠杆先沿第一方向，然后再沿相反的第二方向转动，而使另一个杠杆只沿第一方向运动，因此，上述该杠杆将先推进两个切割钻头中的一个切割钻头，使其越过弯孔轨迹的中点，然后，当另一个切割钻头从轨迹的另一端越过中点时，前一个切割钻头回缩，从而完成弯孔的加工工作。

5. 根据权利要求 4 的装置，其特征在于，上述连杆机构包括一对随着上述触发开关的运动而转动的凸轮，每个凸轮上都具有一个转动表面，两个杠杆中的每个杠杆都随动于两个凸轮中的不同凸轮的转动表面，每个凸轮的形状都决定了随转动表面而运动

的杠杆的运动规律，使得上述杠杆的运动不同于另一杠杆的运动。

6. 根据权利要求4的装置，其特征在于，上述连杆机构包括位于触发开关上的倾斜表面，每个杠杆都与上述倾斜表面相接触，并沿上述倾斜表面的不同部分运动，使得触发开关的运动将引起两个杠杆的不同运动。

7. 根据权利要求4的装置，其特征在于，它进一步包括范围调整装置，通过上述范围调整装置，杠杆的转动将能使弯曲导向器和切割钻头在一定的范围内移动，以便利用具有不同曲率半径的弯曲导向器加工具有不同曲率半径的弯孔。

8. 根据权利要求7的装置，其特征在于，上述调整装置包括一对连杆，每个连杆都在两个弯曲导向器中的一个弯曲导向器和两个杠杆中的一个杠杆之间延伸，并且在上述杠杆附近，上述连杆具有一个倾斜部分，倾斜的角度使得它能够在距杠杆的铰销一定距离处与上述杠杆接触，上述距离决定了所选的、具有一定曲率半径的弯曲导向器的运动范围。

9. 根据权利要求1的装置，其特征在于，上述壳体包括一个钻枪部分和一个可拆卸刀架部分，其中，柔性轴在可拆卸刀架部分中延伸，上述的一对弯曲导向器布置并铰接在可拆卸刀架部分中；上述壳体还包括将原动机与柔性轴机械地连接在一起的可拆驱动联接件；以及将杠杆和弯曲导向器机械地连接起来的可拆连杆，使得可拆卸刀架和柔性轴可以容易地分别与钻枪和可拆驱动联接件进行安装和拆卸。

10. 根据权利要求9的装置，其特征在于，刀架部分的联接尺寸使其正好能够装配到钻枪部分上，并且每个可拆连杆都包括两

个可分离的部分；上述壳体还包括释放装置，当从钻枪部分上卸下刀架部分时，释放装置用于将可拆连杆的两部分放开。

11. 根据权利要求 10 的装置，其特征在于，在每个可拆连杆的一部分上，可拆连杆上具有带有弹性力的保持元件，上述保持元件能够插入可拆连杆另一部分上的孔中；其特征还在于，释放装置包括位于钻枪部分上的释放件，释放件对带有弹性力的保持元件施加作用力便能使其释放，以便从钻枪部分上卸下刀架部分。

12. 一种用于在一个物体上钻削弯孔的方法，包括下列步骤：

(*a*) 沿两根彼此间隔开并基本平行的轴线提供转动驱动力；

(*b*) 将转动驱动力连接到一对柔性轴上，使得每根柔性轴都能绕上述两根轴线中的一根轴线进行转动，每根柔性轴都有一个近端和一个远端，上述近端与转动驱动力相连，而上述远端与一切割钻头相连；

(*c*) 将切割钻头布置在物体附近，并在弯曲导向器中支撑柔性轴的远端和切割钻头；

(*d*) 沿着相交的共面弧线转动弯曲导向器，使得随着上述两个弯曲导向器的彼此相向转动，当切割钻头在物体中钻削弯孔时，上述两个弯曲导向器将确定一条每个切割钻头都将遵循的运动轨迹，上述切割钻头由弯曲导向器支撑，并由柔性轴驱动旋转；以及

(*e*) 转动一对杠杆，以便按不同的时间顺序沿共面的弧线推进弯曲导向器，上述弯曲导向器沿着运动轨迹的共同部分(共面弧线的重叠部分)运动，从而能够在切割钻头彼此不发生干涉的条件下，在物体中加工出弯孔。

13. 根据权利要求 12 的方法，其特征在于，两个杠杆中的一

个杠杆包括一个触发开关，上述触发开关能够迫使另一个杠杆转动，并且其特征还在于，使两个杠杆转动的步骤包括：当触发开关仅沿一个方向转动时，另一个杠杆将先沿一个方向转动，然后再沿相反的方向转动，使得：

(*a*) 在与另一个杠杆相连的弯曲导向器的带动下，两个切割钻头中的一个切割钻头将先越过弯孔轨迹的中点；然后

(*b*) 上述的切割钻头将从弯孔轨迹的中点处回缩；之后

(*c*) 为了完成弯孔的加工，另一个切割钻头将越过中点，在此过程中不会出现两个切割钻头之间发生干涉的现象。

14. 根据权利要求 12 的方法，其特征在于，它进一步包括从静止位置转动触发开关，以便引入驱动力的步骤，上述驱动力能够使柔性轴转动，因而，几乎在推进切割钻头的同时，转动驱动力将传到切割钻头上，以便加工弯孔。

15. 根据权利要求 12 的方法，其特征在于，它进一步包括下列步骤：

(*a*) 将触发开关与杠杆连接起来，使得触发开关仅沿一个方向的运动将使两个杠杆中的一个杠杆先沿第一方向，然后再沿相反的第二方向转动，而使另一个杠杆只沿第一方向运动，并因而

(*b*) 先推进两个切割钻头中的一个切割钻头，使其越过弯孔轨迹的中点，然后，当另一个切割钻头从轨迹的另一端越过中点时，使前一个切割钻头回缩，从而完成弯孔的加工工作。

16. 根据权利要求 12 的方法，其特征在于，它进一步包括调整范围的步骤，杠杆的转动能够使弯曲导向器和切割钻头在一定的范围内移动，以便利用具有不同曲率半径的弯曲导向器加工具

有不同曲率半径的弯孔。

17. 根据权利要求 16 的方法，其特征在于，调整步骤中包括提供一对连杆的步骤，每个连杆都在两个弯曲导向器中的一个弯曲导向器和两个杠杆中的一个杠杆之间延伸，在上述杠杆附近，上述连杆上加工有一个倾斜部分；并且倾斜的角度使得每个连杆能够在距杠杆的铰销一定距离处与上述杠杆接触，上述距离决定了所选的、具有一定曲率半径的弯曲导向器的运动范围。

18. 根据权利要求 12 的方法，其特征在于，上述两个弯曲导向器铰接在可拆卸刀架上，并且上述方法进一步包括下列步骤：通过机械的方法将驱动力可断开地连接到柔性轴上；以及将杠杆与弯曲导向器可拆地连接起来，以便能够容易地更换可拆卸刀架和柔性轴。

19. 根据权利要求 18 的方法，其特征在于，可拆卸刀架的尺寸使其能够装入钻枪，并且上述方法进一步包括将可拆连杆的两部分可释放地连接起来的步骤，当刀架装入钻枪时，上述可拆连杆将把驱动力和柔性轴连接起来。

20. 根据权利要求 19 的方法，其特征在于，它进一步包括提供手动释放装置的步骤，上述手动释放装置能够从钻枪中释放刀架。

21. 一种用于在物体上钻削弯孔的装置，包括：

(*a*) 具有一个远端和一个近端的壳体，上述远端用于放置在待钻孔的物体附近，上述近端用于与驱动壳体相连

(*b*) 彼此相对的第一和第二切割钻头，每个切割钻头分别与相应的第一和第二柔性轴相连，上述第一和第二切割钻头布置在

上述壳体的远端附近，并在第一和第二柔性轴的驱动下转动，上述第一和第二柔性轴在上述壳体中延伸，并且在上述壳体的近端附近，上述第一和第二柔性轴以可拆的驱动联接件作为其端部，来自外部的转动力将使上述驱动联接件转动，而通过第一和第二柔性轴的作用，上述驱动联接件的转动又将使第一和第二切割钻头转动；

(c) 第一和第二弯曲导向器支撑着相应的第一和第二柔性轴以及第一和第二切割钻头，上述第一和第二弯曲导向器铰接在上述壳体的远端附近，并且它们能够沿着相对和相交的共面弧线轨迹绕铰销转动，上述运动轨迹确定了物体中的弯孔；

(d) 第一和第二连杆分别具有一个近端和一个远端，上述第一和第二连杆的远端通过机械的方法与相应的第一和第二弯曲导向器连接，而上述第一和第二连杆的近端与可拆接头相连，使得作用在第一和第二连杆上的外力能够通过第一和第二连杆传递到第一和第二弯曲导向器以及第一和第二切割钻头上，使它们从上述壳体的远端出向外转动，以便加工弯孔。

22. 根据权利要求 21 的装置，其特征在于，上述壳体包括一个用于与驱动钻枪相连的刀架，上述钻枪提供了使第一和第二柔性轴转动的外部转动驱动力和使第一和第二弯曲导向器转动的外部作用力。

23. 根据权利要求 22 的装置，其特征在于，刀架上包括用于与驱动钻枪进行可拆卸连接的机构，使得刀架能够容易地与驱动钻枪进行装拆。

24. 根据权利要求 21 的装置，其特征在于，每个第一和第二

弯曲导向器分别包括一个位于第一和第二切割钻头附近的基本为直线的部分，上述直线部分使得第一和第二柔性轴上位于第一和第二柔性轴与第一和第二切割钻头连接处的弯曲达到最小，减小了应力，并因此减小了第一和第二柔性轴断裂的可能性。

25. 根据权利要求 24 的装置，其特征在于，为了获得上述直线部分，第一和第二弯曲导向器的内壁厚度是逐渐减薄的。

26. 根据权利要求 21 的装置，其特征在于，第一和第二连杆是可滑动地与传递外力的卡件进行连接的。

27. 根据权利要求 21 的装置，其特征在于，第一和第二柔性轴上的可拆驱动联接件是可滑动地与相应的连接接头进行连接的，上述连接接头通过转动来传递来自外部的转动力。

说　　明　　书

用于钻削弯孔的装置

本发明涉及一种用于在物体中钻削弯孔的方法和装置，特别涉及采用两个切割钻头钻削弯孔的方法和装置，其中的两个切割钻头沿着两条相交的弧线推进，以便在物体中加工出弯孔。

许多应用场合都需要在某个物体上钻出弯孔。例如，在矫形手术中，很多治疗方案都要求用缝线将细胞组织固定在骨头上，这些缝线必须穿过加工在骨头上的孔；如果市场上具有能在骨头上高效地钻出弯孔的装置，那么对这些治疗方案将是十分有益的。过去所使用的典型方法要求在骨头上钻两个互成一定角度的孔，同时希望两个直孔能彼此相交，以便使弯曲的手术针能够不折断或不卡住地从中穿过。为了适应手术针的弯曲形状，直孔的直径必须大于所希望的直径。此外，在需要钻孔的位置上，工作空间往往较小，这就使得在有限的空间中钻两个互成一定角度的孔的工作变得很困难。当然，如果市场上具有低价格的、能够在物体上加工出光滑弯孔的装置，对工业领域来说也将是十分有益的。因此，这种装置的应用并不局限在医疗领域中。

本发明人的两个早期的美国专利 *No.* 4,941,466 和 *No.* 5,002,546 公开了一些解决弯孔加工问题的方法。在第一个专利中，公开了一种弯孔钻削装置及其方法，这种装置包括两根具有柔性轴部分的从动轴，每个柔性轴上均装有切割钻头。固定在铰接转臂上

的半圆形弯曲钻削导向器松松地保持着每个柔性轴和切割钻头。两根连杆将两个钻削导向器与一个用于推进切割钻头的推杆相连，以便使两个切割钻头能够沿着彼此相交的90°弧线相向地同步转动。推杆的推进是通过使铰接手柄相对静止手柄进行移动而实现的。在第二实施例中，在操作人员的控制下，钻削导向器在蜗轮蜗杆传动的作用下也将相向地同步转动。

美国专利 *No.* 5,002,546 公开了若干种不同的弯孔加工装置的实施例，在这些装置中，除了使用切割钻头之外还使用了各种其它的加工方法。所公开的、用于支撑切割钻头和驱动机构的装置形似一把手枪，触发开关通过机械的方式与各种连杆相连，这些连杆用于推进切割装置，以便加工弯孔。

在上述的两个专利中，钻削弯孔装置存在的主要问题是：当切割钻头彼此相向转动，并在弯孔的中部附近彼此相遇时，两个切割钻头之间将发生干涉。很显然，人们希望所加工出的弯孔在中部或中点处也是光滑的，然而，在现有技术中，两个切割钻头是同时推进，并在弯孔的中部相遇的，由于两个切割钻头的切割面将互相切削，因而将会造成两个切割钻头的损坏，同时，因为切割钻头都不越过中点，在弯孔的中点位置将会留下粗糙的周边凸台。对于现有专利技术尚未涉及的这一问题来说，解决的方法是：分别推进切割钻头，使得第一个切割钻头先越过弯孔的中点，然后，在另一个切割钻头越过中点之前，再使第一个切割钻头回缩。这样，两个切割钻头就不会彼此接触，而且它们都能随弯曲导向器的转动而越过中点，从而能够在物体中加工出光滑的弯孔。由于现有技术均未公开或建议这种方法，很显然，现有技术中也没有适用于完成这种任务的机构。

通过使用两个杠杆，并按不同的时间顺序沿着钻头的各自弧线独立地推动两个相对的切割钻头是可以达到所要求的上述目的的，但是这种方法既不很巧妙，也不是解决这一问题的特别实用的方法。理想的钻削弯孔装置应该能够用单手进行操作，而不需要操作人员在推进每个切割钻头时分别操作彼此独立的杠杆。为了按不同的时间顺序推进两个切割钻头，操作独立杠杆的工作可能需要用双手进行，并且当加工多个弯孔时，反复进行这种操作将是十分复杂和困难的。

现有技术尚未涉及的另一个问题是柔性驱动轴的磨损问题和切割钻头的钝化问题，以及它们的解决方法，这些问题将不可避免地会经常出现。另一个相关的问题涉及到：在加工不同规格、不同半径的弯孔时，不应该要求对每种尺寸和半径的孔都提供一台不同的整体驱动装置。在上述参考文献中，所设计和构造的加工弯孔装置都不便于柔性驱动轴和切割钻头的更换，并且上述文献也未涉及在加工不同尺寸或不同半径的孔时，在继续使用同一转动驱动机构和推进机构的条件下，用于更换切割钻头和弯曲导向器的机构。一种解决这一问题的低成本方法是：将不同半径的弯曲导向器或不同直径的切割钻头分别布置在能够用于同一驱动机构的可拆卸刀架中。

因为这种装置所加工弯孔的曲率半径可以相对较小，例如小于0.5*in*，所以驱动切割钻头的柔性轴也必须能适应相应的小曲率半径。在切割钻头与柔性轴连接点附近，柔性轴的柔性通常有所降低，而不巧的是，该处的应力也往往较大。在实践中已经观察到，在使用弯孔钻削装置的过程中，柔性轴的断裂常常发生在切割钻头附近。因此，很明显，应该对现有技术中的装置进行一些改造，以便延长柔

性轴的使用寿命。

根据本发明，用于在一物体中钻削弯孔的装置包括：提供转动驱动力的原动机和一对柔性轴，其中每根柔性轴都有一个近端和一个远端。近端与原动机相连，以便在原动机所提供的转动力的作用下使柔性轴转动，而远端则与切割钻头相连。这种装置也包括一个壳体，此壳体也有一个近端和一个远端，在钻削弯孔时，其中的远端要布置在物体附近。柔性轴至少在壳体中延伸一段距离。一对弯曲导向器通过铰接的方式固定，以便使它们能够沿着彼此相交的共面弧线转动，并且每个弯曲导向器都支撑着两个柔性轴中的一个柔性轴的远端。随着两个弯曲导向器从壳体的远端处彼此相对地向外转动，当两个切割钻头转动并在物体上钻削弯孔时，弯曲导向器确定了一条每个切割钻头都将遵循的运动轨迹。就这样，切割钻头受到弯曲导向器的支撑，并在柔性轴的作用下转动。一对杠杆铰接在壳体上的铰销处，并且每个杠杆都通过机械的方法与不同的弯曲导向器相连，当杠杆绕其铰销转动时，弯曲导向器将沿着共面弧线转动。当在物体中加工弯孔时，杠杆将按不同的时间顺序沿着切割钻头运动轨迹的共同部分推进两个切割钻头，使得两个切割钻头之间不会彼此接触。

在本发明的第一优选形式中，两个杠杆中的一个杠杆包括一个触发开关，当触发开关仅沿一个方向转动时，与触发开关联动的装置将使另一杠杆先沿一个方向，然后再沿相反的方向转动，使得切割钻头将按下述顺序运动。首先，在与另一个杠杆相连的弯曲导向器的带动下，一个切割钻头先越过弯孔轨迹的中点。之后，该切割钻头从弯孔轨迹的中点处回缩。最后，另一个切割钻头越过中点，以便

完成孔的加工，从而避免了切割钻头之间的干涉。

这种装置还包括操纵原动机的控制机构，当触发开关从其静止位置转动时，为了加工弯孔，触发开关将启动控制机构，从而使钻削弯孔装置能够获得驱动力，以便推动切割钻头。

作为一种选择，本发明的另一优选形式包括一个独立的触发开关和一个连杆机构，此连杆机构通过机械的方法将触发开关与两个杠杆连接起来。触发开关仅沿一个方向的运动将使两个杠杆中的一个杠杆先沿第一方向，然后沿相反的第二方向转动，而使另一个杠杆只沿第一方向运动。因此，一个杠杆将先推进两个切割钻头中的一个切割钻头，使其越过弯孔轨迹的中点，然后，当另一个切割钻头从轨迹的另一端越过中点时，前一个切割钻头沿原轨迹回缩，从而完成弯孔的加工工作。在此实施例的一种形式中，连杆机构包括一对随着触发开关的运动而转动的凸轮。凸轮上具有不同的转动表面。每个杠杆都随动于两个凸轮中的一个凸轮的转动表面，并且凸轮的形状决定了随转动表面而运动的杠杆的运动规律，以便使两个杠杆能够具有不同的运动。

在此实施例的另一种形式中，连杆机构包括位于触发开关上的倾斜表面，两个杠杆在不同位置上分别与倾斜表面接触。由于每个杠杆都与倾斜表面进行接触，并沿倾斜表面的不同部分运动，因此，触发开关的运动将引起两个杠杆的不同运动。

在这种装置中最好有范围调整装置，通过范围调整装置，杠杆的转动将能使弯曲导向器和切割钻头在一定的范围内移动，以便能够利用具有不同曲率半径的弯曲导向器加工具有不同曲率半径的弯孔。调整装置包括一对连杆。每个连杆都在一个弯曲导向器和一

个杠杆之间延伸，并且在杠杆附近，连杆具有一个倾斜部分，倾斜的角度使得它能够在距杠杆的铰销一定距离处与杠杆接触。这一距离决定了所选的、具有一定曲率半径的弯曲导向器的运动范围。

弯孔钻削装置具有一个壳体，壳体最好包括钻枪部分和可拆卸刀架部分，其中，柔性轴在可拆卸刀架部分中延伸。一对弯曲导向器布置并铰接在可拆卸刀架部分中。可拆的驱动联接件将原动机与柔性轴机械地连接在一起，而可拆的连杆将杠杆和弯曲导向器机械地连接起来。因此，可拆卸刀架和柔性轴可以容易地分别与钻枪和可拆驱动联接件进行装卸。刀架部分的联接尺寸使其正好能够装配到钻枪部分上。每个可拆连杆都包括两个可分离的部分。当刀架部分从钻枪部分上卸下时，释放装置用于将可拆连杆的两部分释放。在每个可拆连杆的某一部分上，可拆连杆具有带有弹性力的保持件。释放装置最好包括位于钻枪部分上的释放件，释放件对带有弹性力的保持元件施加作用力便能使其释放，以便从钻枪部分上卸下刀架部分。

本发明的另一方面涉及一种在物体上钻削弯孔的方法。这种方法包括许多步骤，这些步骤一般与上述装置中各元件所提供的作用相一致。

通过参考下面的详细说明和附图，本发明的上述方面以及许多其它附带优点将会更加清楚，其中：

图 1*A*，1*B* 和 1*C* 是本发明第一优选实施例中一把钻枪的三个侧视图，在这三个侧视图中，钻枪外壳的一侧已经拆除，并且为了更好地表示出钻枪内部的元件，在后两个视图中剖去了钻枪的下面部分，这三个侧视图分别示出了该钻枪上的触发开关的三个不同位

置，以便表示出对应于触发开关的转动，两个刀具导向推杆的不同运动；

图 2*A*，2*B* 和 2*C* 是与图 1*A*，1*B* 和 1*C* 相对应的钻枪的顶视图，为了更清楚地表示两个刀具导向推杆之间的关系，剖去了腔体和筒体的上面部分；

图 3*A* 是本发明第二实施例中一把钻枪的局部侧视图，为了更好地表示出该钻枪内部的元件，钻枪外壳的一侧已经拆除；

图 3*B* 是图 3*A* 中钻枪部分的正面断面图，图中表示了内齿轮传动的结构，内齿轮中布置有具有不同轴间距的驱动轴，使得利用钻枪来驱动安装在可拆卸刀架中的切割钻头，便能够加工出具有不同曲率半径的弯孔；

图 4*A* 是本发明第三实施例中一把钻枪的局部侧视图，为了更好地表示出该钻枪内部的凸轮推进元件，钻枪外壳的一侧已经拆除；

图 4*B* 是图 4*A* 中钻枪部分的简化的正面断面图，图中表示了通过推杆的运动来推动刀具导向器的凸轮推进机构；

图 5 是筒体和可拆卸刀架部分的轴侧视图，可拆卸刀架能够安装在筒体上，以便使可拆卸刀架中的相应元件与驱动轴和推杆相连，驱动轴和推杆分别用于提供旋转的驱动运动和控制切割钻头的推进运动；

图 6*A* 和 6*B* 是筒体端部的简化侧视图，为了更清楚地表示将筒体中的推杆和刀架中的推板连接为一体的可释放卡(仅示出了一个)的优选实施例，剖去了一部分筒体侧面，并拆除了刀架的端部；

图 6*C* 是机构可选实施例的平面视图，这种机构固定在筒体

(以虚线表示)上,用于控制可释放卡;

图 6*D* 是图 6*C* 中机构的正视图,表示了机构是如何固定在筒体上的(筒体部分以虚线表示);

图 7 是一平面视图,表示了两个相向弯曲的刀具导向器中的一个导向器和一根端部装有切割钻头的柔性轴;

图 8 是可拆卸刀架的分解轴侧视图,表示了本发明中所描述的柔性驱动轴和其它元件;

图 9*A*,9*B* 和 9*C* 是可拆卸刀架的三个平面视图,为了表示出两个相对的切割钻头的不同推进位置,在这三个视图中剖去了上部壳体的端部部分,这三个视图分别表示了两个切割钻头的静止位置(图 9*A*),一个切割钻头完全越过孔的中点时的位置(图 9*B*),以及另一个切割钻头完全越过该中点时的位置(图 9*C*)。

根据本发明,用于钻削弯孔的装置包括一个可拆卸刀架 174(参见图 5,8,以及图 9*A*～9*C*),可拆卸刀架 174 与一个手持的驱动机构配合使用。在图 1*A*,1*B* 和 1*C* 所示的手持驱动机构的第一实施例中,描述了一把钻枪 20,为了更清楚地表示出驱动机构中的各个元件,拆去了壳体 22 的左侧部分。驱动机构中的元件能够提供转动力,以便使切割钻头 240(图 8)转动,驱动机构中的元件也能控制切割钻头的推进运动,使得在安装了可拆卸刀架后可以在物体中加工弯孔。下面将详细描述可拆卸刀架以及为了加工出弯孔使两个切割钻头分别沿两条相交的弧线转动的机构,下面也描述了钻枪的各种实施例。

首先参考图 1*A*,钻枪 20 包括壳体 22,图中只示出了其右侧部分。壳体 22 形似一把手枪,它包括手柄 24、筒体 26 以及腔体 28,大

部分转动传动机构以及切割钻头的推进机构均布置在腔体 28 中。可以明显看出，为了更清楚地表示机构中的元件，在图 1*A*，1*B* 和 1*C* 中已经拆去了壳体 22 的左侧部分。在手柄 24 的底部布置有进气口 30，用于连接气动管路接头(未示出)，通过与空气压缩机(也未示出)相连的柔性气动管路，压缩空气可以引入到钻枪 20 中。进气口 30 有一个接头 32，接头 32 通过管路与气阀 34 的进气口相连，气阀 34 是常闭的，以便阻止气流流向气阀的出气口。气阀 34 的上部装有拱形的阀杆 36，这样就便于使阀杆受压，以便打开气阀 34。当阀杆 36 被压进气阀 34 的阀体时，压缩空气从进气口流入，穿过气阀，从出气口经过气动管路 38 进入气动马达的进气口 40。为了更好地描述气动管路 38 的布置，在这图中剖去了接头 32 与气阀 34 进气口之间的管路。压缩空气为气动马达 42 提供了能量，使得气动马达 42 能够带动驱动轴 48 转动。应当理解，也可以使用电动机、液压马达或其它形式的原动机来带动驱动轴 48 转动。驱动轴 48 从气动马达 42 的上部向上延伸，并与圆锥齿轮 46 相连，以便驱动圆锥齿轮 46。

安装架 50*a* 在手柄 24 中用于支撑气动马达 42 和气阀 34。此外，在腔体 28 中，安装架 50*a* 用于支撑轴承 52*a*，惰轮轴 54 的一端支撑在轴承 52*a* 中。惰轮轴 54 的另一端由安装架 50*b* 中的轴承 52*b* 所支撑，而安装架 50*b* 固定在壳体 22 上。

圆锥齿轮 46 与安装在惰轮轴 54 上的圆锥齿轮 56 相啮合，当气动马达 42 在压缩空气的作用下工作时，惰轮轴 54 将转动。相对马达进气口 40 处的气体来说，压力相对较低、体积相对较大的空气将通过位于手柄 24 底部的消音排气口 44 排出气动马达。虽然没有

示出，但是可以将普通的气动消音器连接到消音排气口头 44 上，从而能够基本上消除从气动马达 42 中所排出的气流的噪声。

当惰轮轴 54 转动时，在轴承 52*a* 和 52*b* 之间的位置上，与惰轮轴 54 相联接的驱动齿轮 58 也将转动。驱动齿轮 58 分别与左从动齿轮 60 和右从动齿轮 118(如图 2*A*，2*B* 和 2*C* 所示)相啮合。安装架 50*b* 也支撑着装有左从动齿轮 60 的左驱动轴 62。左驱动轴 62 在筒体 26 中沿着筒体延伸，并且在筒体 26 的端部附近，左驱动联接件 64 与左驱动轴 62 相连。同样，右驱动轴 120 也由安装架 50*b* 所支撑，并且在右从动齿轮 118 的带动下转动。右驱动轴 120 在筒体 26 中沿着筒体延伸，并且在筒体 26 的端部附近，右驱动联接件 122 与右驱动轴 120 相连。在筒体长度的中点位置附近，左驱动轴 62 和右驱动轴 120 都受到轴承座 124 的支撑。

触发开关 66 通过铰销 68 铰接在壳体 22 上，使得当操作者向手柄 24 的方向按压触发开关时，触发开关将绕铰销 68 转动，因此，触发开关 66 上的向上延伸的杠杆部分 70 将作弧形运动。杠杆部分 70 和连杆 72*b* 保持接触，而连杆 72*b* 是与右推杆 102 相连的。此外，当触发开关 66 受到朝向手柄 24 方向的按压时，布置在触发开关后面的杠杆 74 将绕铰销 76 转动。杠杆 74 的下端部装有滚轮 78，而滚轮 78 靠在凸轮块 80 上。凸轮块 80 固定在触发开关 66 的背面，并且凸轮块 80 具有两个能够与滚轮 78 相接触的表面，一个是“推进”表面 82，另一个是“回缩”表面 84，这两个表面的意义将很快便可以得到理解。杠杆 74 的上端部和连杆 72*a* 保持接触，而连杆 72*a* 是与左推杆 100(在图 1*A*～1*C* 中只示出了一小部分)相连的。左推杆 100 也在筒体 26 中伸向筒体的端部，并且基本与右推杆

102 平行。轴承座 124 的上表面是敞开的，以便给越过轴承座 124 的左、右推杆提供必要的间隙和支撑。

当触发开关 66 被压向手柄 24 时，为了提供反抗杠杆 74 转动的弹性力，在杠杆 74 的前端面上绕有一个螺旋弹簧 86，弹簧 86 在螺钉 88 和螺钉 90 之间延伸，并且由螺钉 88 和螺钉 90 将弹簧的两个端部固定在安装架 50*b* 上。反抗触发开关 66 受压和转动的弹性力由螺旋弹簧 94 所提供，螺旋弹簧 94 从气动阀操作滑块 92 的后部延伸到气动阀 34 的前表面。气动阀操作滑块 92 的形状为之字型，它从下部处的末端 96 一直延伸到另一末端 98，并且末端 98 与阀杆 36 始终保持接触。当触发开关 66 开始受到朝向手柄 24 方向的按压时，触发开关的后表面便与末端 96 接触，气动阀操作滑块 92 则压缩螺旋弹簧 94，并且末端 98 压迫阀杆 36，使得压缩空气能够流过气阀 34。

当触发开关 66 的运动开启气阀 34 并驱动气动马达时，基本与此同时，由凸轮块 80 上的推进表面 82 所确定的斜面也对滚轮 78 施加作用力，使得杠杆 74 将绕铰销 76 发生转动，并且使得连杆 72*b* 和与连杆 72*b* 相连的左推杆 100 从它们的正常静止位置被推进到更向前的位置，也就是说，使左推杆 100 移向筒体 26 的远端。当触发开关 66 受到朝向手柄 24 方向的按压时，杠杆 74 绕铰销 76 的转动所引起的左推杆 100 的移动速度要大于向上延伸的杠杆部分 70 绕铰销 68 的转动所引起的右推杆 102 的移动速度。因此，左推杆 100 比右推杆 102 推进得更快。

下面参考图 1*B* 和与之对应的图 2*B*，图中清楚地表示了由于向上延伸的杠杆部分 70 和杠杆 74 的转动而产生的左、右推杆 100 和

102之间的相对关系。如图1*B*所示，当触发开关66处于其转动中点的位置时，位于杠杆74下端的滚轮78则处在凸轮块80上的推进表面82的最边缘。相对初始位置来说，左推杆100将左卡件104基本推到了最大位移位置上(参见图2*B*)，其中的左卡件104在筒体26远端处的开口114附近与左推杆100相连接。图2*B*中所示的左卡件104的位移与切割钻头240的摆动是对应的，切割钻头240布置在可拆卸刀架中的右侧，并且越过了加工在物体252中的弯孔254的中点，关于这些问题，在通过参考图9*A*～9*C*对连接于筒体26上的可拆卸刀架进行讨论时将会更加清楚。为了完成弯孔的加工，位于左侧的另一切割钻头也必须越过中点，这样才能加工出在中部没有任何圆周凸出部分的光滑弯孔，如果两个切割钻头同时推进到孔的中点，则必然会在孔的中部留下凸出部分。

为了避免连杆的干涉和为了避免两个切割钻头因彼此接触而损坏，左卡件104在右卡件116推进到最大位移位置之前必须从图2*B*所示的最大位移位置处缩回，如图2*C*所示。图2*C*与图1*C*所示的触发开关66的充分转动位置是对应的。在图1*C*中应当注意到，位于杠杆74下端部分的滚轮78已经从推进表面82落在了回缩表面84上，因此使得杠杆74能够沿其初始运动方向的反向运动，其中，杠杆74的初始运动是当触发开关66在开始受到朝向手柄24方向的按压时所引起的。如图2*C*所示，杠杆74反向运动的结果是，左卡件104运动到了右卡件116最大位移点的后面。由于左卡件104和右卡件116的推进速度不同，并且不能同时到达最大位移位置，因此可以避免安装在可拆卸刀架中的两个切割钻头之间的干涉。

图 3*A* 表示了钻枪 20′的第二实施例。在本发明的钻枪 20′中，任何在功能和形状上均与上述钻枪 20 中的元件相同的元件将使用相同的参考数字。而在钻枪 20′中与钻枪 20 中的元件具有相同功能但具有不同形状或结构的元件将使用带一撇的在参考数字。例如，在钻枪 20′中采用了与壳体 22 形状不同的壳体 22′；容积略大于腔体 28 的腔体 28′用于容纳圆锥内齿轮 56′。

圆锥内齿轮 56′安装并支撑在轴承 52′中，使得它能够自由转动，而轴承 52′又由安装架 50*a*′所支撑。圆锥内齿轮 56′与圆锥齿轮 46 相啮合，并驱动圆锥齿轮 46。

如图 3*B* 所示，左从动齿轮 60′安装在左驱动轴 62′的端部（尽管在图 3*B* 中它是位于右侧），并且左从动齿轮 60′能够在圆锥内齿轮 56′的驱动下转动。同样，端部上装有右从动齿轮 118′的右驱动轴 120′也能够在圆锥内齿轮 56′的驱动下转动。与第一实施例中的圆锥齿轮 56 相比，圆锥内齿轮的优点之一是：能够将转动力同时传到分开不同角度的左、右驱动轴上，并且因此能够用于安装所加工弯孔的曲率半径相差很大的可拆卸刀架。例如，如图中的虚线所示，左、右齿轮 146 和 148 的安装位置使得它们能够与圆锥内齿轮 56′相啮合，同时，它们之间的间距要大于左、右齿轮 60′和 118′之间的间距。虽然在不改变左、右驱动轴轴间距的条件下，通过使用不同的刀架能够加工出曲率半径略有变化的弯孔（例如：±0.2 *in*），但是要想使弯孔的曲率半径有较大的变化，必须使用具有较大的左、右驱动轴轴间距的宽体可拆卸刀架。在钻枪 20′中，筒体 26 中的空间可以适应因左、右驱动轴 62′和 120′之间的间距改变而引起的微小的纵向位置改变。

参考图 3A，从中可以看出，本实施例采用了不同的推进机构对左推杆 100′和类似的右推杆（未示出）的推进运动进行控制。特别是，在此实施例中，触发开关 66′是铰接在铰销 68′上的。然而，与钻枪 20 上的触发开关 66（如图 1A～图 1C 中所示）不同，触发开关 66′并不直接推动两个推杆中的任何一个推杆。而是通过布置左杠杆 134 和相应的右杠杆 142，将触发开关 66′的转动转换为左、右推杆的推进运动。由于右杠杆 142 的大部分被左杠杆 134 所遮挡，因此在图 3A 中只能看到右杠杆 142 的下部；然而，尽管右杠杆 142 在铰销 138 的以下部分比左杠杆 134 的短，右杠杆 142 仍基本上与左杠杆 134 相同。右杠杆 142 的下端装有一个滚轮 144。同样，左杠杆 134 的下端也装有一个滚轮 140，滚轮 140 与凸轮块 80 紧密接触，并位于滚轮 144 的前方。其结果是，在右杠杆 142 将右推杆推进到其最大位移位置之前，左杠杆 134 已将左推杆 100′推进到最大位移位置。之后，滚轮 140 落在凸轮块 80 的回缩表面 84 上，使得左推杆 100′将沿着初始移动方向的反向移动。然而，滚轮 144 继续在凸轮块 80 的推进表面上滚动，直到右推杆到达推进的最大位移位置。应当注意到，作为一种选择，可以在触发开关 66′的背面对滚轮 140 和 144 提供两个独立的凸轮块，独立地对左、右杠杆的转动速度进行控制。

螺旋弹簧 86′用于提供反抗左、右杠杆 134 和 142 的上部向前转动的弹性力。在触发开关 66′的转动引起推杆 100′初始推进的同时，气动阀操作滑块 92 将压迫阀杆 36，使气阀 34 开启。因此，在钻枪 20′中，按压触发开关 66′的效果是：在压缩空气向气动马达 42 供气，并且气动马达 42 驱动切割钻头转动的同时，一个切割钻头先通

过圆形弯孔的中点，然后另一个切割钻头通过上述中点。

为了进一步适应能够加工具有不同曲率半径的弯孔的可拆卸刀架，左、右推杆与两个分别可调的连杆130相连（在图3*A*中只有一个连杆130是可见的），可调连杆130可以沿左、右杠杆134和142的长度方向定位在不同位置上。与可调连杆130端部相接触的两个杠杆的表面上加工有一系列用于使可调连杆定位的凹槽136，使得左、右杠杆134和142的相同角位移能够使两个推杆产生不同的位移。例如，可调连杆130可以处在图中虚线所示的位置132上，对于一个给定的触发开关66′的转动，这一位置将会使左推杆具有更大的位移。与可调连杆130处于图3*A*所示的实线位置时的情况相比，在给定的杠杆角位移下，获得更大的推杆位移意味着需要装备能够加工更大曲率半径弯孔的可拆卸刀架。采用可调连杆130使得钻枪20′可以用于推进各种规格的可拆卸刀架中的切割钻头，从而可以加工出具有不同曲率半径的弯孔，因此，为了加工出具有不同曲率半径的弯孔，不必再为每一种可拆卸刀架各准备一种钻枪。

如图4*A*所示，第三实施例中的钻枪用参考数字20″表示。图4*B*表示的是从触发开关后部看到的钻枪20″的断面图。同样，在此实施例中，与图1*A*～1*C*所示的第一实施例中的元件相同的元件将使用同样的参考数字，而对于功能相同、形状不同的元件则在参考数字上加两撇来表示。例如，触发开关66″铰接在铰销68上，但触发开关66″上没有前两个实施例中所具有的凸轮块80。然而，当触发开关66受到朝向手柄24方向的按压时，触发开关66″的后表面将与气动阀操作滑块92′的末端96′相接触。气动阀操作滑块92′的运动同样将引起末端98对阀杆36的压迫，开启气阀34，使得压缩空气

能够向气动马达 42 提供能量。同时，气动阀操作滑块 92′将使小齿轮 152 转动，其中，小齿轮 152 是与加工在气动阀操作滑块 92′上表面的齿条 150 相啮合的。

如图 4*B* 所示，小齿轮 152 安装在轴 154 上，轴 154 在壳体 22 的两个相对的侧壁之间延伸，并且在齿轮的带动下能够转动。左凸轮 156 布置在气动阀操作滑块 92′的左侧，而右凸轮 158 布置在右侧。当操作人员按压触发开关 66″时，所引起的小齿轮 152 的转动将使左、右凸轮 156 和 158 逆时针转动，如图 4*A* 所示。

左凸轮 156 最好具有与右凸轮 158 不同的形状，以便保证左推杆 100 能在右推杆 102 之前到达其最大位移位置，并且之后能沿反向运动。作为一种选择，左、右凸轮也可以具有相同的形状，但它们在轴 154 上应处于不同的转动位置。当左凸轮 156 转动时，左杠杆 160 与左凸轮 156 的转动表面紧密接触，以便使左凸轮半径上的相对改变能够转变成左杠杆 160 绕铰销 138′的相应转动。

同理，当右凸轮 158 转动时，右杠杆 162 与右凸轮 158 的转动表面紧密接触，在推杆 100 已经从其最大位移位置开始反向运动之后，右杠杆 162 将会把连杆 72*b* 和与连杆 72*b* 相连的右推杆 102 推进到其最大位移位置处。螺旋弹簧 164 提供了一个弹性力，此弹性力反抗左、右杠杆 160 和 162 在推进连杆 72*a* 和 72*b* 时的转动。同样，当切割钻头在加工弯孔过程中作弧形运动时，左、右推杆的不同运动避免了可拆卸刀架中两个相对的切割钻头之间的干涉。

图 5 表示的是筒体 26 的局部和一个可拆卸刀架 174，其中，可拆卸刀架 174 可装配到筒体上。可拆卸刀架具有一个壳体 176，壳体 176 由顶部 176*a* 和底部 176*b* 所组成，螺纹紧固件 148 将顶部

176*a* 和底部 176*b* 联接起来，其中紧固件 148 是拧在底部 176*b* 上的螺纹孔 150 中的。作为一种选择，壳体 176 的顶部和底部也可以通过粘结的方法或超声焊接的方法联接起来。壳体 176 上具有近端 178、加宽的台阶 198 以及远端 180，其中，台阶 198 位于近端 178 附近，而在远端 180 的内部布置有两个相对的切割钻头。可拆卸刀架远端 180 的开口处具有凹形曲线，此凹形曲线可抵在将要被加工出弯孔的圆形物体上。近端 178 的尺寸和形状使其正好能被装入筒体 26 远端处的开口 114 中。

在筒体 26 远端处的开口 114 的内部，左驱动连接件 64 包括一个具有正内六角孔的连接口 170，此连接口 170 用于和从可拆卸刀架的最末端延伸过来的左六角接头 186 相配。同样，右六角接头 188 将和右驱动连接件 122 相配，其中，右驱动连接件 122 固定在右驱动轴 120 的端部。左、右驱动连接件上的连接口 170 和左、右六角接头 186 和 188 上的圆形端部保证了六角接头能够容易地滑进连接口，并与驱动连接件相连接。左、右六角接头分别与加长的左、右驱动轴 190 和 192 相连接，其中，加长的左、右驱动轴 190 和 192 彼此基本平行地在可拆卸刀架中沿其长度方向延伸。在近端 178 处，绕在加长的左、右驱动轴上的螺旋弹簧 194 提供了一个弹性力，此弹性力使左、右六角接头能够保持在向后伸出的位置上，也就是说，能够使左、右六角接头从可拆卸刀架 174 的近端 178 向外伸出。当近端 178 滑动地装入筒体开口 114 时，加宽台阶 198 与筒体 26 的远端相接触。

在可拆卸刀架中，在左、右加长驱动轴 190 和 192 之间，分别布置有左、右推板 182 和 184。左、右推板 182 和 184 用于与相应的左、

右卡件104和116进行连接，其中，左、右卡件104和116分别固定在筒体26中的左推杆100和右推杆102的远端。特别的是，左、右推板182和184能够插入加工在左、右卡件上的槽172中，并能用保持元件106进行固定。加工在筒体26内侧的凹槽112也能够通过摩擦力与加工在可拆卸刀架174近端178侧面上的凸缘196进行配合。很明显，凹槽和凸缘的位置可以互换，将凹槽加工在可拆卸刀架174近端178的侧面上，而将凸缘加工在筒体26的内侧。当可拆卸刀架174的近端插入筒体26上的开口114时，由左、右驱动轴所传递的转动驱动力将通过左、右驱动连接件和六角接头传到加长的左、右驱动轴上。当两个推板与左、右卡件104和116分别联在一起时，用于推进切割钻头的力将通过左、右推杆100和102传到左、右推板182和184。随着左、右推板的运动，六角接头将在驱动连接件的内部纵向滑动。

图6*A*和6*B*表示了左、右卡件104和116的优选实施例的细部结构。此外，图中也表示了筒体26′的可选实施例，其中，筒体26′上具有一个按钮222，按钮222能够方便地将保持元件106′从加工在左推板182上的孔210中释放出来。在右推板184上也加工有相应的孔210，但在图6*A*和6*B*中无法看到。安装在筒体26′上的按钮222具有“门”字型的形状，并且在一对分别绕在两个按钮推杆上的螺旋弹簧224(只能看到其中的一个)的作用下，按钮222被推向外侧。按钮222的推杆下端具有扁平台阶，以保证它们能够保持在筒体26′中。

图6*A*示出了左卡件104(剖去了局部)的细部结构。左卡件104上有一个铆钉110，铆钉110纵向穿过卡件，将两个挠性件108分

别固定在卡件的上下表面。铰销220在卡件的两个相对的侧面之间延伸，可转动地支撑着保持元件106′。挠性件108提供了一个弹性力，此弹性力将使保持元件106′保持在图6*A*所示的位置上，使得当可拆卸刀架装配到筒体26′的端部时，保持元件上的插脚212将插入孔210。为了能方便地拆卸刀架，操作人员可按图6*B*中所示的箭头方向按压按钮222。当根据上述方式按压了按钮222时，按钮222上的两个推杆中的下端将克服挠性件108的变形所产生的弹性力，推动保持元件的杠杆臂214，迫使其绕铰销220向下转动。保持元件的这种转动将会使插脚212从孔210中退出，从而可以容易地将可拆卸刀架从筒体26′中拔出。作为一种选择，相对筒体26来说，保持元件106上的插脚212可具有圆拱形的形状，而左、右推板端部上与之相配的孔可以加工成开口槽，以便可以方便地从左、右卡件104和116中拆下推板182和184，只要力量足以克服挠性件108的弹性力，就可以从筒体26中拔出可拆卸刀架。

图6*C*和6*D*表示了按钮222的可选形式，其中，由钢板冲压而成的挠性杆216具有两个向下伸出的悬舌218，两个悬舌218彼此间隔一定距离，当操作人员按压了挠性杆上的向上伸出部分时，两个悬舌218将对保持元件106′的两个杠杆臂214施加作用力。当根据上述方式按压了挠性杆216时，向下伸出的悬舌218将迫使保持元件106′转动，从而使插脚212从孔210中退出。然后便可以容易地从筒体26″(用虚线表示)中拔出可拆卸刀架。从图中可以看出，挠性杆216是通过螺纹紧固件217固定在筒体26″上的。挠性杆的弹性力使得挠性杆能够恢复到其位于筒体26″上方的正常位置上。与按钮222相比，挠性杆216的制造成本较低，设计比较简单，但就

它们所能完成的任务而言，也就是说，对于在筒体中从左、右推杆上释放可拆卸刀架上的左、右推板而言，它们具有同样的功能。

图7表示了作为实例的转臂230和弯曲导向臂234的细部结构。两个相对的切割钻头240上均装有相同的转臂230和弯曲导向臂234，但是当将导向臂234安装在可拆卸刀架的远端时，其中一个切割钻头的导向臂应反向安装。转臂230包括铰销200，铰销200用于将转臂可转动地固定在可拆卸刀架174的远端。曲率半径R为一常数，它表示的是铰销200的中心和弯曲导向臂外表面(以铰销200为中心的弯曲导向臂的内侧圆周表面)之间的距离。然而，铰销200的中心和弯曲导向臂的内壁表面之间的半径不为常数，其中，弯曲导向臂的内壁表面用于对柔性驱动轴进行导向。正如下面将要描述的，弯曲导向臂的内壁厚度在曲线长度方向上是变化的，使得内壁表面和铰销200的中心之间的半径也是变化的。因为两个铰销200的中心彼此分开，并且因为两个铰销必须从可拆卸刀架远端处的曲线处回缩，所以切割钻头所加工出的弯孔254的曲率半径略微不同于$(R+D/2)$，其中D是切割钻头的直径。

切割钻头240焊接到或紧固到柔性驱动轴238上，柔性驱动轴238能够将来自左加长驱动轴190或右加长驱动轴192的转动力传递到切割钻头上，因为加长驱动轴与柔性驱动轴的另一端是相连的。当一个弯曲导向臂234沿着与另一个弯曲导向臂共面的弧线从远端180处向外转动时，切割钻头将可以加工出一个直径为D的弯孔，其中，直径D大于弯曲导向臂234带有柔性驱动轴238时的直径。柔性驱动轴在其弯曲轨迹的内侧受到弯曲导向臂234的约束，而在其弯曲轨迹的外侧则受到所加工孔的约束。较大直径的切

割钻头240能够为柔性驱动轴238和弯曲导向臂234提供较大的通过间隙，以便它们能够跟在切割钻头之后自由地在孔中通过。在切割钻头240绕着铰销200转动的过程中，切割钻头240受到弯曲导向臂234的支撑和导向，使得柔性轴也将沿运动弧线方向随弯曲导向臂运动。在另一弯曲导向臂的支撑和导向下，另一切割钻头也将沿着一个弧线运动，由于这两个弧线是共面的，因此这两个弧线将彼此相交。然而，在钻枪20，20′和20″中的机构的作用下，每个弯曲导向臂都在不同时刻越过孔的中点，使得两个相对的切割钻头之间不会发生接触。

正象在发明背景中所说的那样，在利用两个相对的钻头加工弯孔的现有技术中，所存在的问题之一是柔性驱动轴的断裂问题，特别是切割钻头与柔性驱动轴连接处的断裂问题。由于左驱动轴62，右驱动轴120以及左、右加长轴190和192是刚性的，因此它们比柔性驱动轴238具有高得多的断裂强度，柔性驱动轴是由多股钢丝组成的，并且直径一般非常小，例如小于0.05*in*。特别是，实验已经表明，柔性驱动轴238的柔性在切割钻头240与柔性驱动轴的连接处附近（切割钻头之后）有所减小，因而，避免柔性驱动轴238在该区域中的弯曲是很重要的。因此，尽管弯曲导向臂234在其长度方向上几乎都是弯曲的，但在切割钻头240附近的端部处例外，该处是由相对较短的直线部分236组成的。直线部分236的远端包绕着切割钻头240的钻柄，并且直线部分236的远端还作为切割钻头的止推轴承使用。为了提供这种直线部分，弯曲导向臂234的壁厚在内周边方向上要略微减薄，或在弯曲长度方向上形成锥形。正是这种锥形的壁厚才使得铰销200和弯曲导向臂的内壁表面之间的半

径是变化的。例如，在直线部分 236 的轴承部分处，其半径为 $r1$，在轴承部分之后，半径变为 $r2$，而在直线部分的开始处，半径为 $r3$，并且 $r1$、$r2$ 和 $r3$ 均不相等。这种直线部分 236 能够避免柔性驱动轴 238 与切割钻头连接处的弯曲，因为柔性驱动轴在该点最不适合承受应力，并且直线部分 236 将可弯曲点移到了直线部分的端部位置，此处的柔性驱动轴能够承受较大的弯曲应力，这样就降低了柔性驱动轴断裂的可能性。可以看出，作为一种选择，也可以使用一种等壁厚的弯曲导向臂(未示出)，例如一种冲压件，只要在切割钻头附近这种弯曲导向臂能提供一个直线部分即可。

可拆卸刀架 174 的壳体 176 最好由低成本的注塑塑料制造。因为在手术过程中，在病人的骨头上打了一个或两个弯孔之后，不可能用比较经济的方法对可拆卸刀架 174 进行杀菌，因此，降低可拆卸刀架 174 的成本，并将可拆卸刀架 174 设计成只用于一个病人的一次性装置是十分重要的。为此，用廉价材料制造可拆卸刀架，并且使其可以容易地装进钻枪 20，20′或 20″，使得能够方便地更换可拆卸刀架是很重要的。这些准则对于工业应用来说也是很重要的。

图 8 和图 9*A*～9*C* 进一步表示了可拆卸刀架 174 的细部结构。例如在图 8 中，分解视图详细地表示了底部壳体 176*b* 的结构，左、右加长驱动轴 190 和 192 在底部壳体 176*b* 中将转动力从可拆卸刀架的近端传递到远端。左、右加长驱动轴的端部与柔性驱动轴 238 相连，而柔性驱动轴 238 能够将转动力传递到切割钻头 240 上。左推板 182 与推杆 244 相连，以便通过转臂 230 和弯曲导向臂的转动来传递用于推进切割钻头的力，弯曲导向臂上以铰销 200 为中心的弧形部分支撑着切割钻头。同样，右推板 184 与另一推杆 244 相连，

此推杆 244 能够推动另一转臂 230 和另一弯曲导向臂，这一弯曲导向臂上的弧形部分支撑着另一个切割钻头，以便在物体中加工出弯孔的另一部分。对于每个推杆 244 来说，推杆上绕着位于转臂 230 处的铰销 242 转动的部分与推杆上绕着位于左或右推板 182 或 184 处的铰销 246 转动的部分之间是偏置的。当两个转臂绕铰销 200 向外转动，以便利用切割钻头加工弯孔时，推杆 244 的偏置将在转臂 230 之间提供间隙。

下面参考图 9*A*，9*B* 和 9*C*，图中依次表示了在物体 252 上加工弯孔 254 时两个切割钻头 240 的相对位置。图 9*A* 表示了在操作人员向手柄方向按压触发开关之前，处于静止位置上的切割钻头。在图 9*B* 中，触发开关已经经过了其全部行程中的一部分行程，使得左推板 182 从其静止位置向前推进了一段距离。左推板的位移传递到与该推板和转臂 230 相连的推杆 244 上，使得切割钻头 240 在弯曲导向臂的作用下向外转动，以便切割出部分弯孔，这部分弯孔将越过在物体 252 中加工出的整个弯孔的中点(中点用虚线表示)。在加工弯孔时，待加工的物体与可拆卸刀架 174 的远端 180 保持接触。触发开关的进一步运动将使左推板 182 产生反向位移，使得右侧的切割钻头 240 将从弯孔的中点附近回缩，其中，该切割钻头 240 是由与左推板相连的转臂所支撑的，与此同时，右推板 184 继续向前推动另一个转臂 230 和左侧的弯曲导向臂。右推板 184 的进一步推进将使另一个切割钻头越过物体 252 中的整个弯孔的中点。当释放了触发开关时，如图 9*C* 所示，两个切割钻头 240 都将返回到其正常的静止位置上。因此，本发明能够在物体 252 中加工出弯孔 254，而不会有切割钻头相互接触的危险，并且与切割钻头不越过中

点的情况相比，所加工的弯孔更光滑。

尽管通过参考若干个优选实施例对本发明进行了说明，但本领域中的一般技术人员都知道，在本发明权利要求的范围内可以对本发明作进一步修改。因此，本发明的范围并不局限于上述优选实施例，而是由本发明的权利要求所确定。

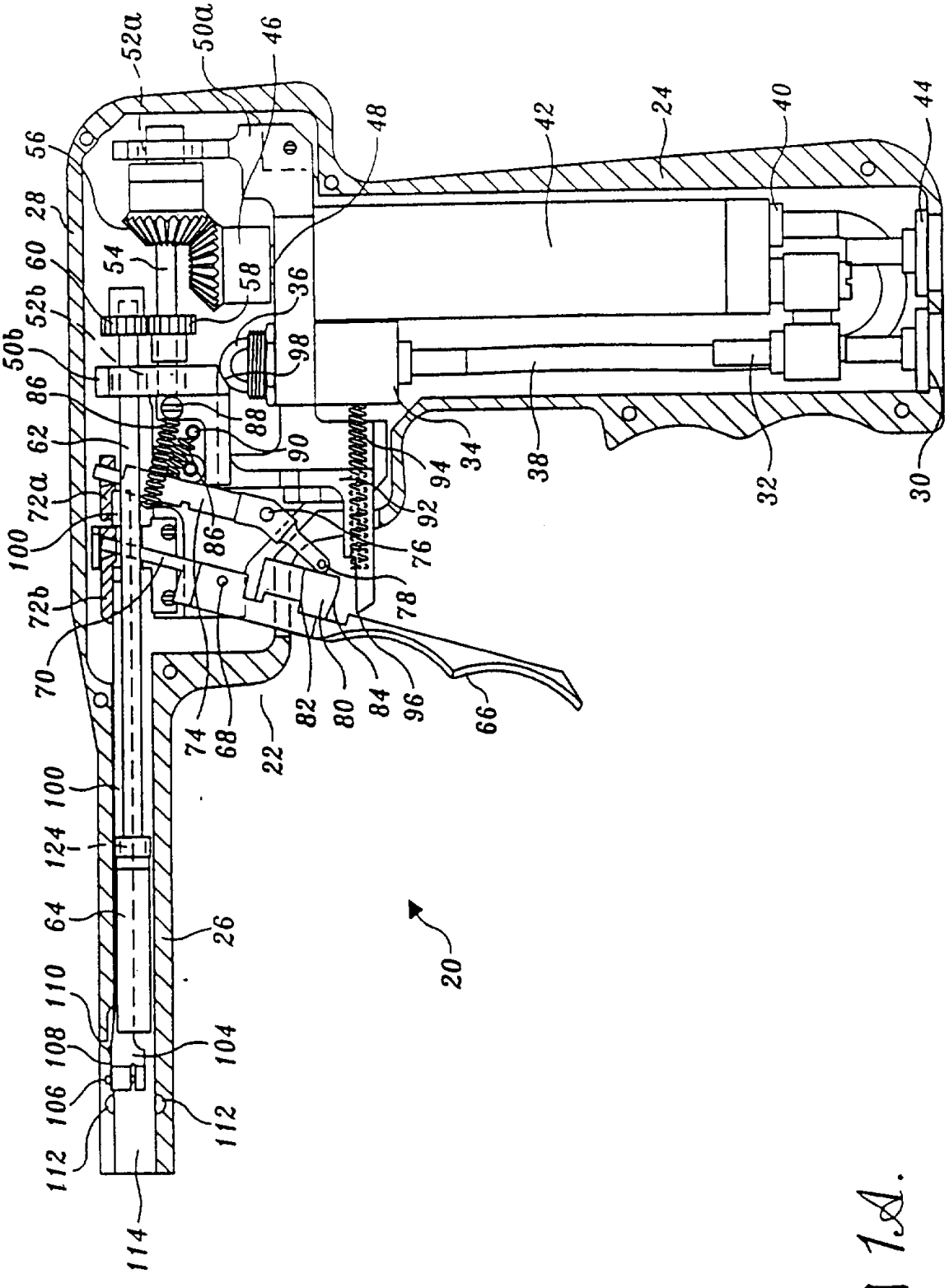

52a
50a
46
48
42
24
40
44
56
28
60
52b
50b
86
62
72a
100
72b
70
54
58
36
98
88
90
94
34
38
32
30
92
76
78
86
74
68
22
82
80
84
96
66
100
124
64
26
110
108
106
112
112
104
112
114
20

图 1A.

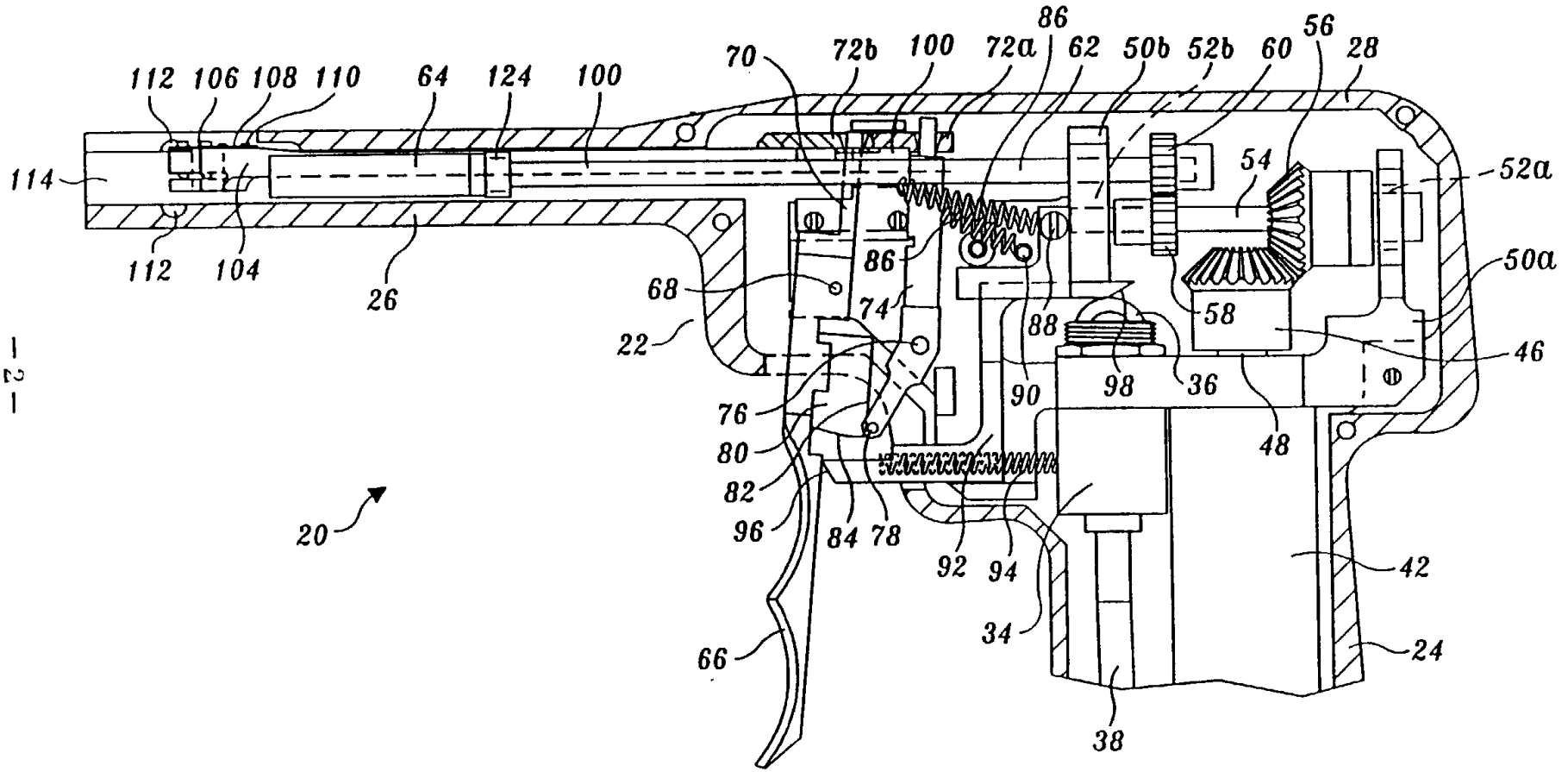

112
106
108
110
64
124
100
70
72b
100
72a
86
62
50b
52b
60
56
28
114
54
52a
112
104
26
86
68
74
88
58
50a
22
46
90
98
36
76
48
80
82
96
84
78
92
94
42
20
34
24
66
38

图 1B.

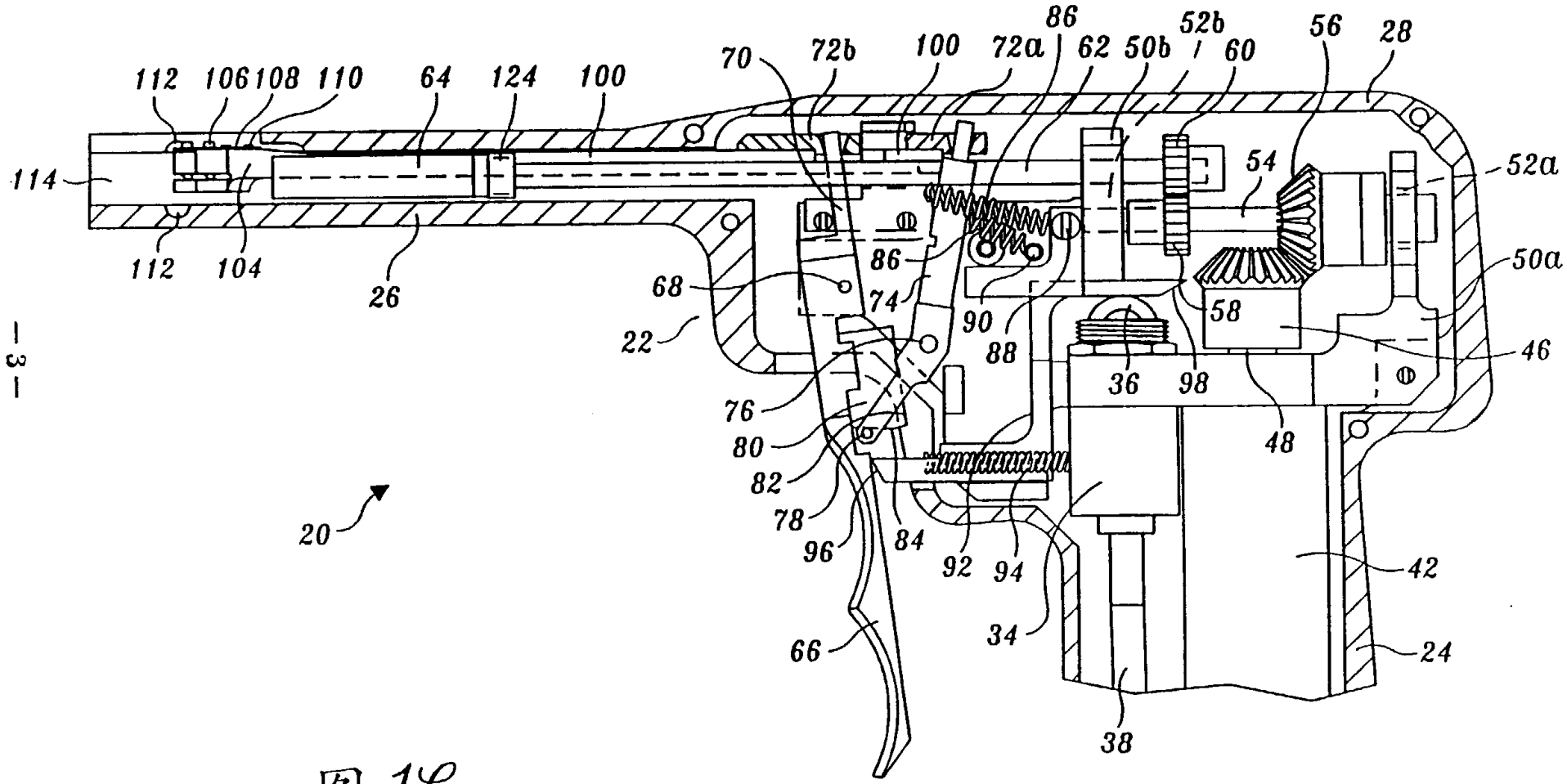

112
106
108
110
64
124
100
70
72b
100
72a
86
62
50b
52b
60
56
28
114
54
52a
112
104
26
86
68
74
90
88
58
50a
22
36
98
46
76
80
82
78
96
84
92
94
48
42
20
34
24
66
38

图 1C.

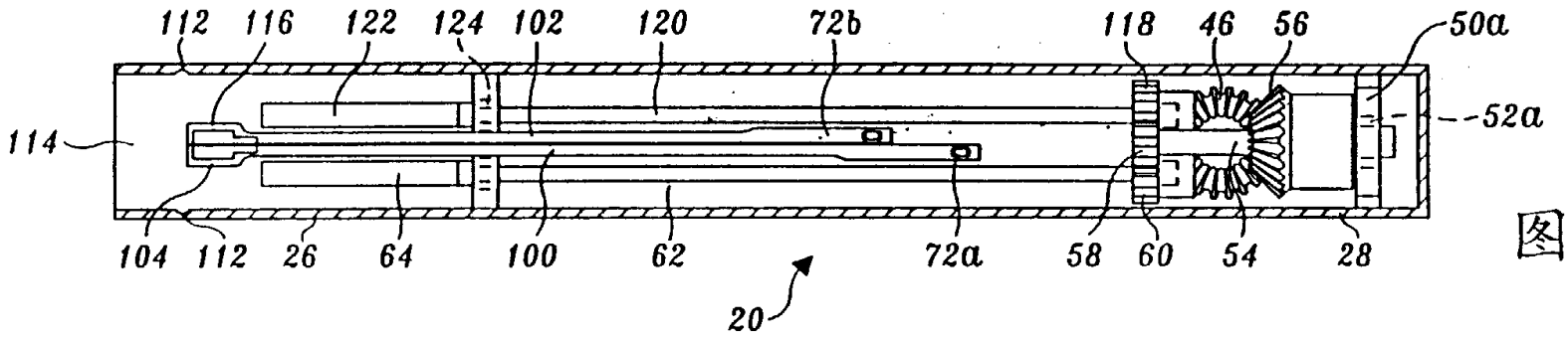

112
116
122
124
102
120
72b
118
46
56
50a
52a
114
104
112
26
64
100
62
72a
58
60
54
28
20

图 2A.

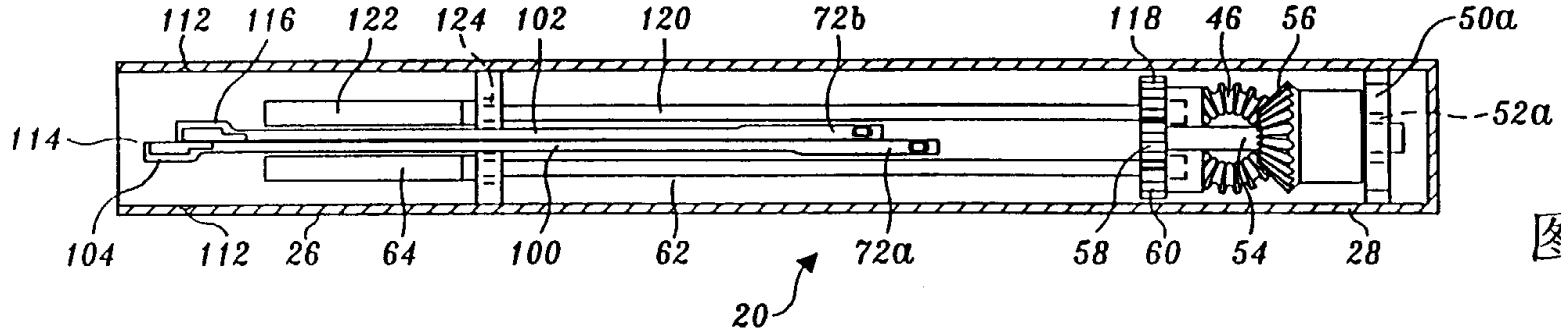

112
116
122
124
102
120
72b
118
46
56
50a
52a
114
104
112
26
64
100
62
72a
58
60
54
28
20

图 2B.

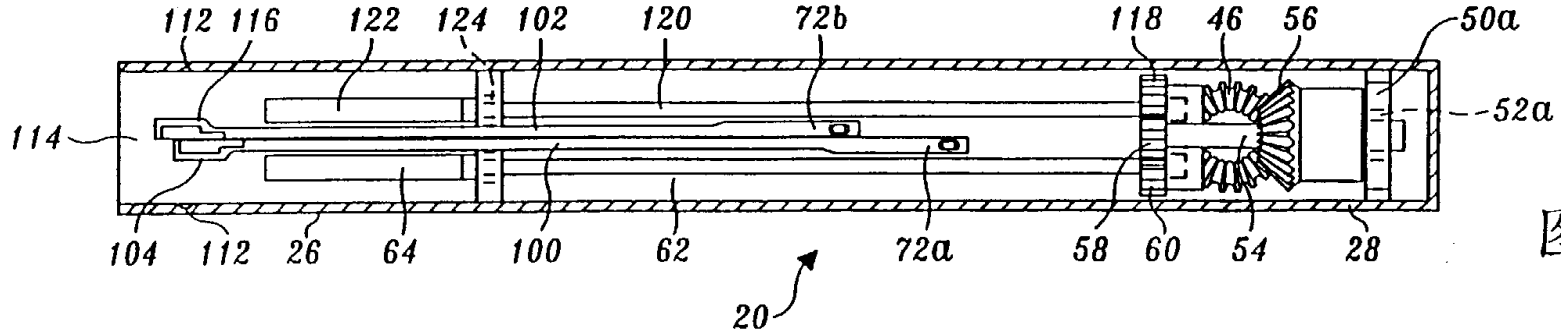

112
116
122
124
102
120
72b
118
46
56
50a
52a
114
104
112
26
64
100
62
72a
58
60
54
28
20

图 2C.

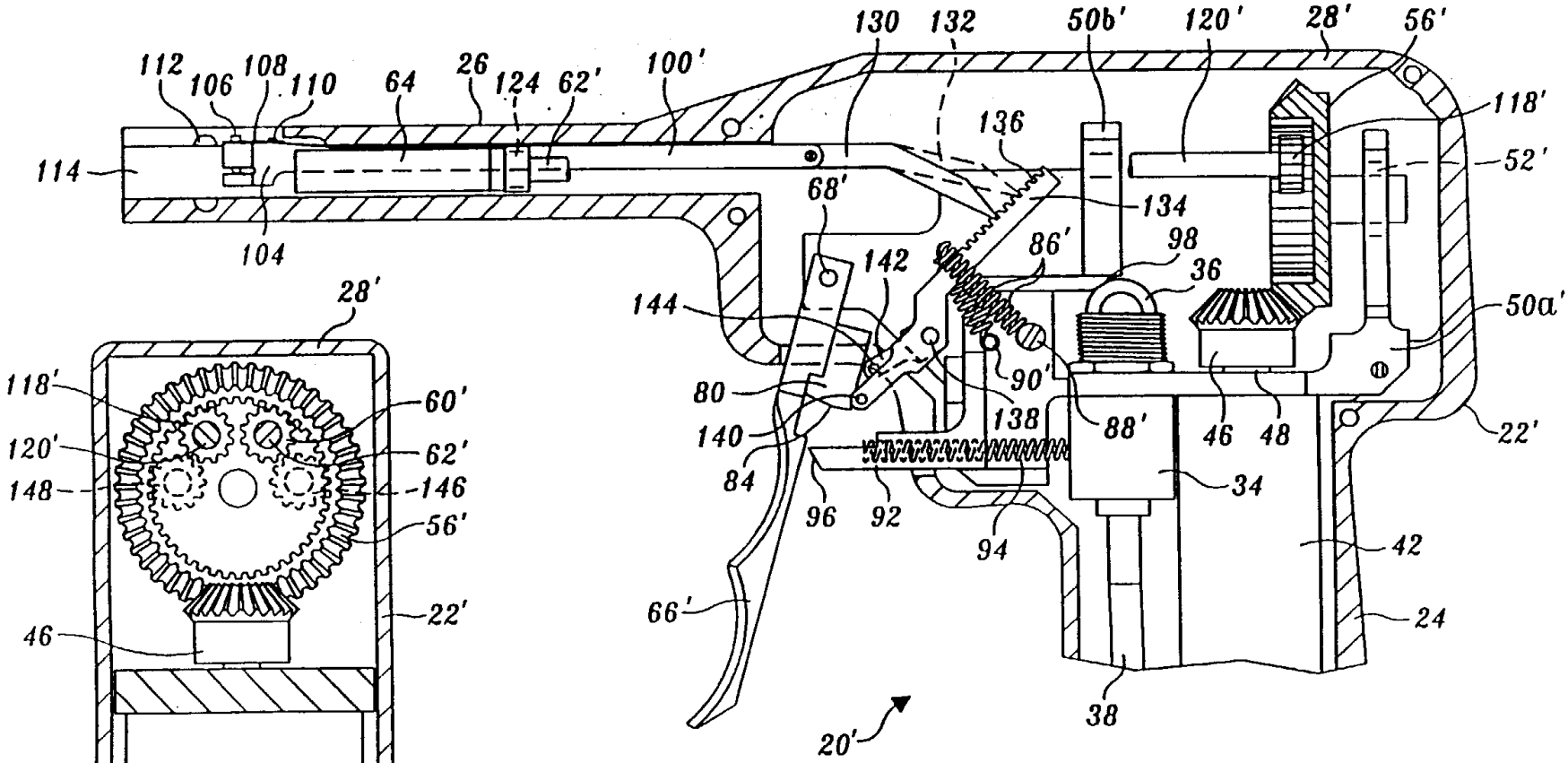

112
106
108
110
64
26
124
62'
100'
130
132
50b'
120'
28'
56'
118'
52'
114
104
136
134
68'
142
86'
98
36
144
50a'
80
90'
138
88'
46
48
22'
140
84
96
92
94
34
42
66'
24
38
20'

图3A.

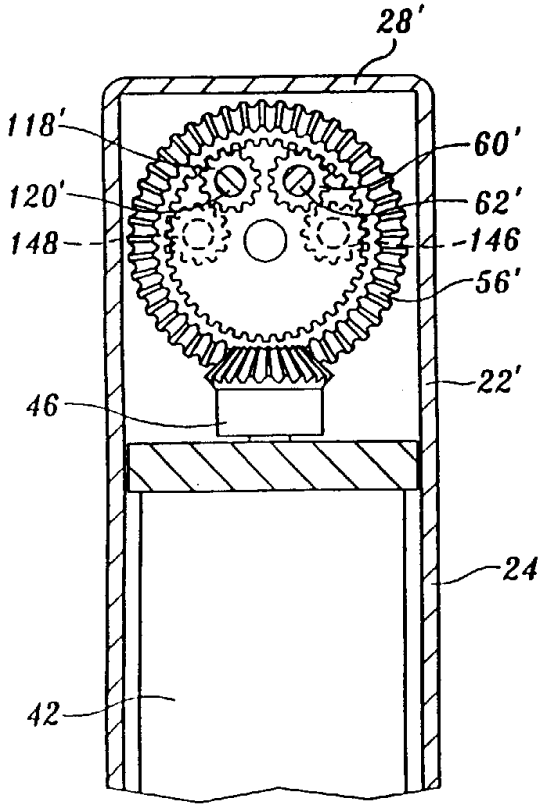

28'
118'
60'
120'
62'
148
146
56'
46
22'
24
42

图3B.

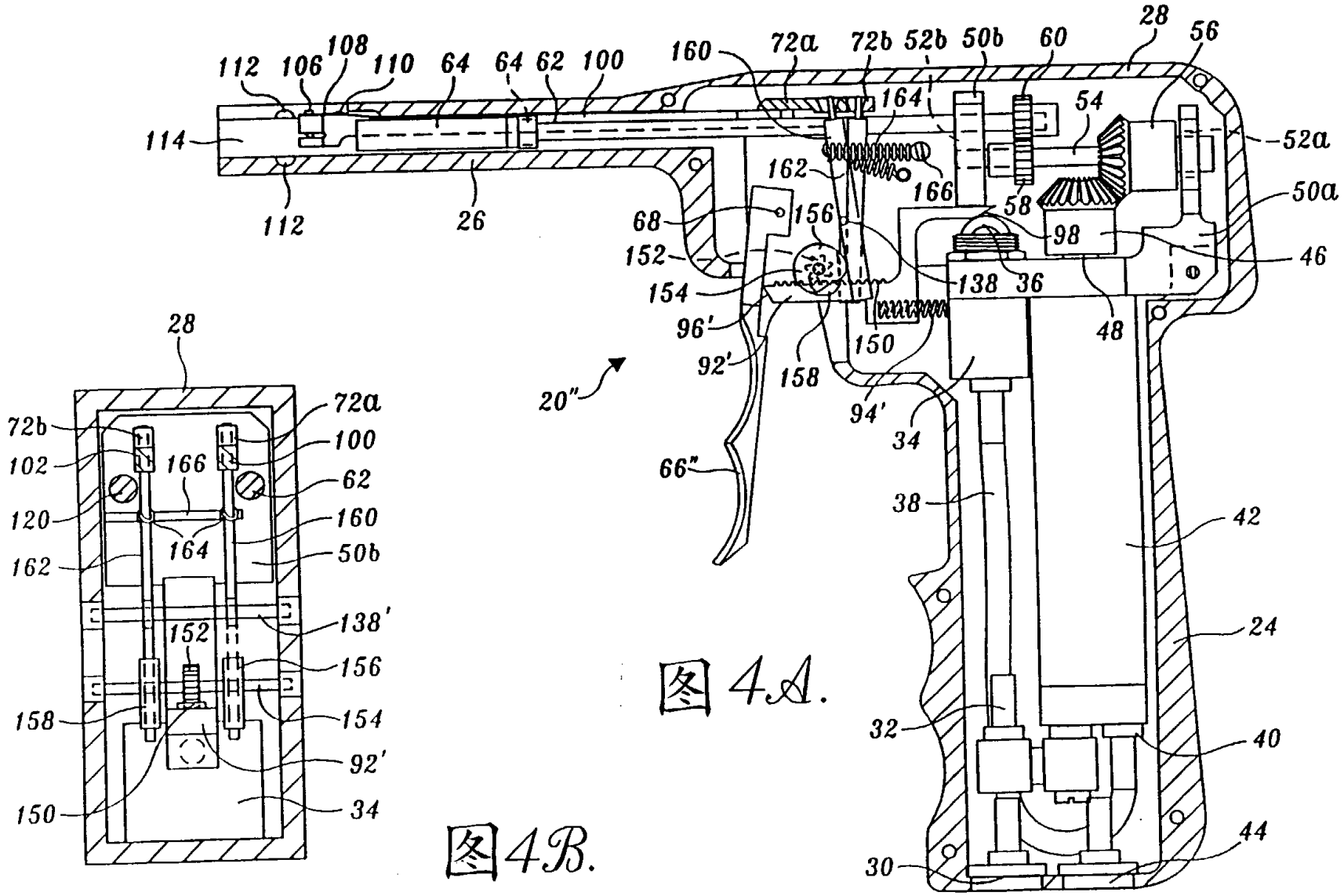

112
106
108
110
64
64
62
100
160
72a
72b
52b
50b
60
28
56
114
164
54
52a
162
166
50a
112
26
68
156
58
98
152
46
154
138
36
96'
48
92'
158
150
94'
34
20"
66"
38
42
24
32
40
30
44

图 4A.

28
72b
72a
102
166
100
62
120
160
164
50b
162
138'
152
156
158
154
92'
150
34

图 4B.

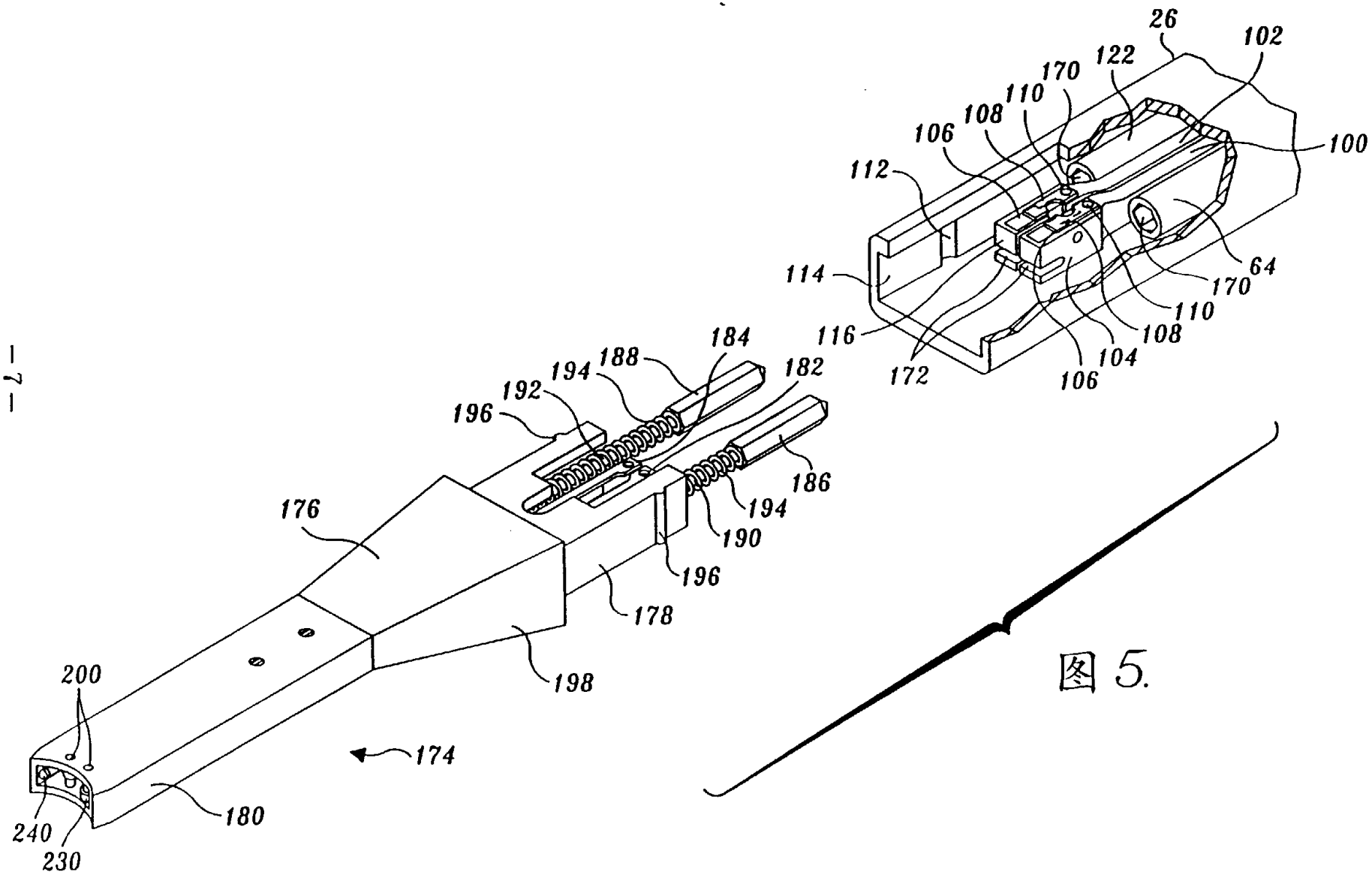

26
102
122
170
110
108
106
100
112
114
116
172
64
170
110
108
104
106
184
188
194
192
196
182
186
194
190
196
176
178
198
200
174
180
240
230

图 5.

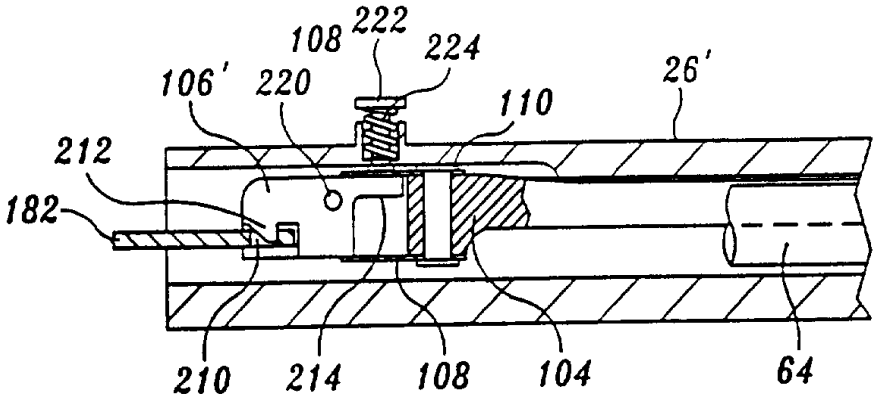


图 6A.

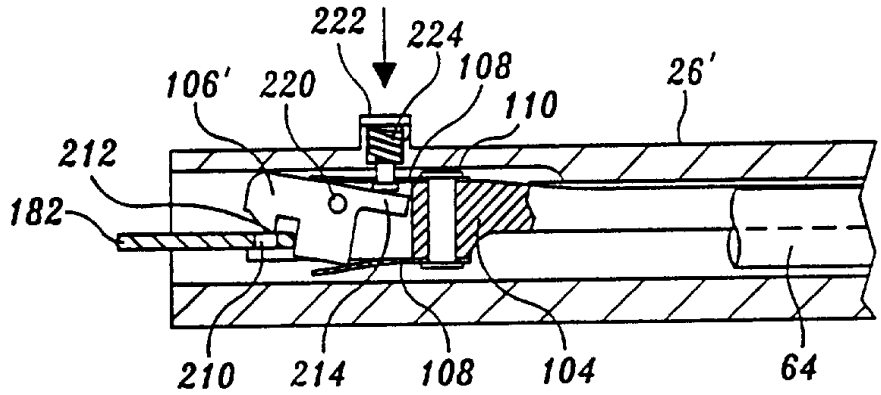


图 6B.

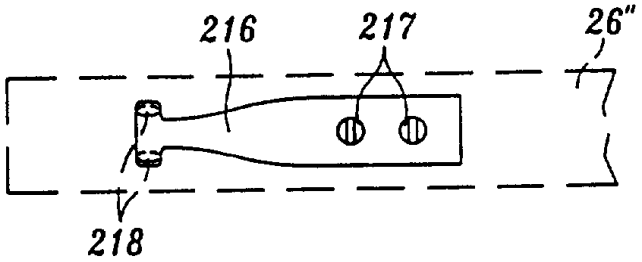


图 6C.

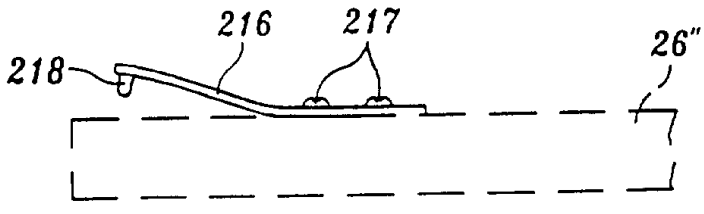


图 6D.

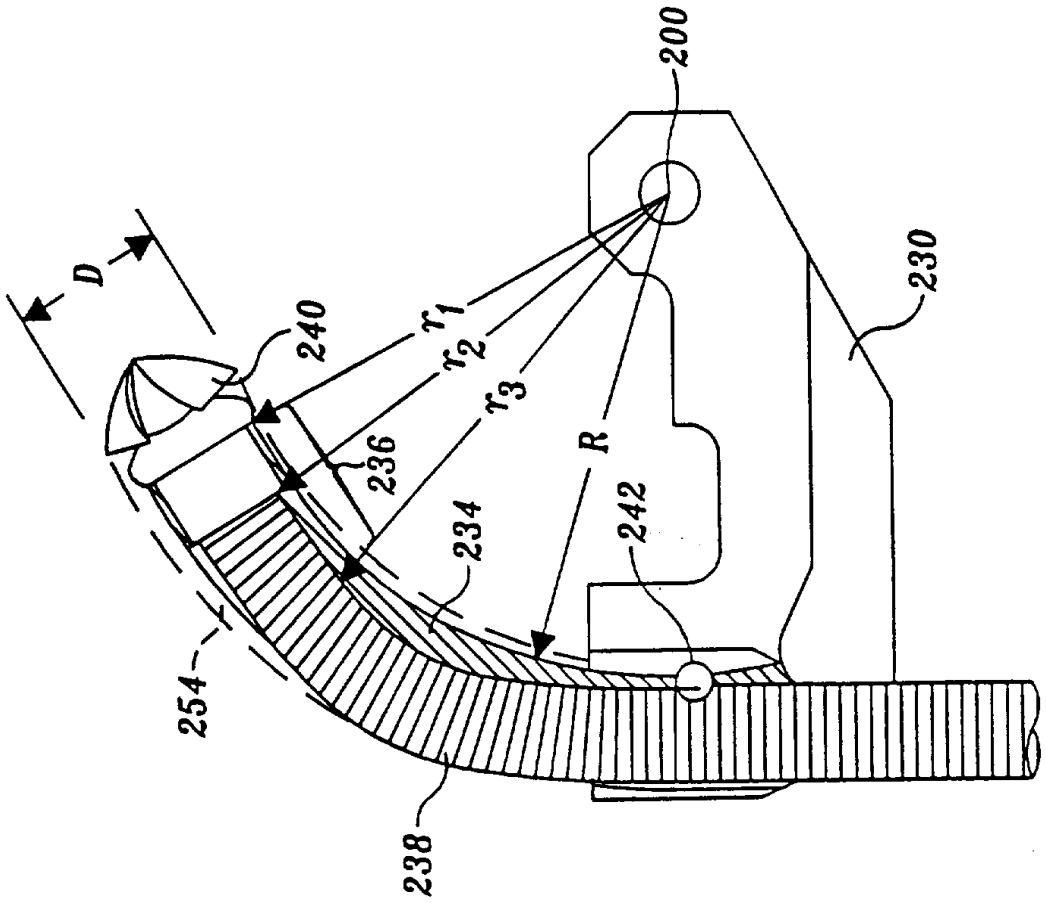


图 7.

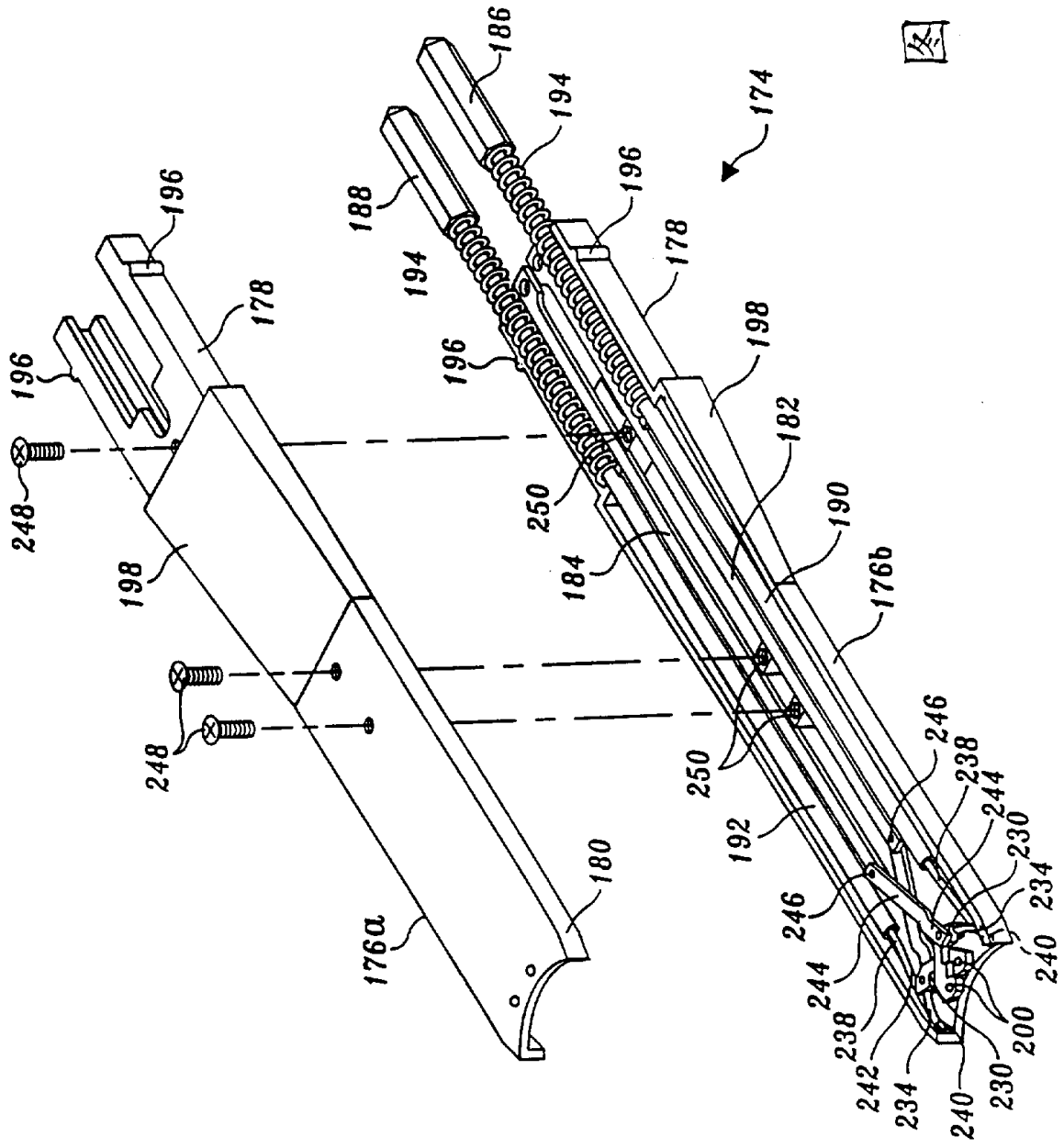

186
194
174
188
196
178
198
182
190
176b
250
184
192
246
238
244
230
234
240
200
242
180
176a
248

図 8.

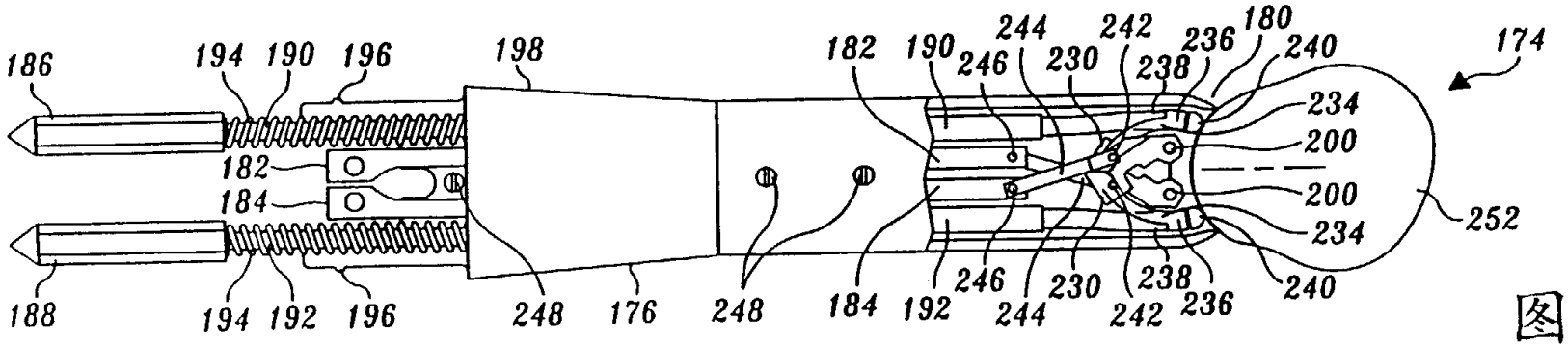

186
194 190 196
198
182 190 246 244 230 242 238 236 180 240
174
234
200
200
234
240
252
182
184
188
194 192 196
248 176 248
184 192 246 244 230 242 238 236

图 9A.

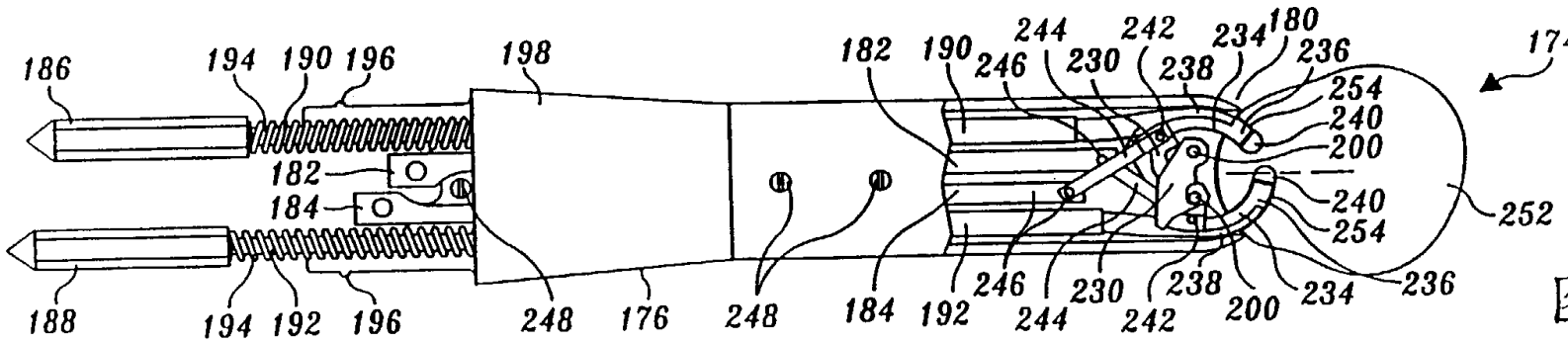

186
194 190 196
198
182 190 246 244 230 242 238 234 180 236
174
254
240
200
240
254
252
182
184
188
194 192 196
248 176 248
184 192 246 244 230 242 238 200 234 236

图 9B.

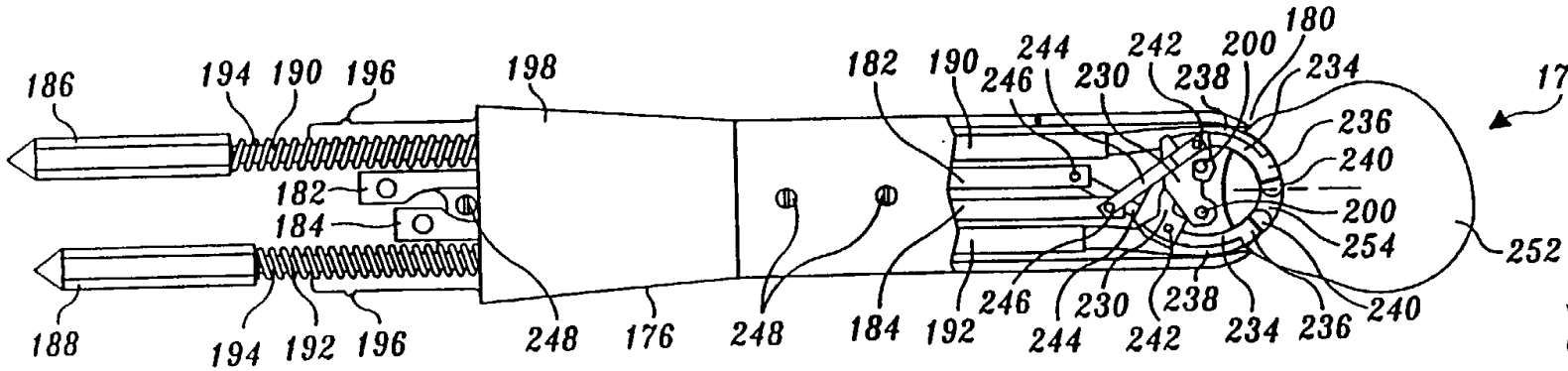

186
194 190 196
198
182 190 246 244 230 242 238 200 180 234
174
236
240
200
254
252
182
184
188
194 192 196
248 176 248
184 192 246 244 230 242 238 234 236 240

图 9C.