[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
B23K 11/25

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 93118494.0

[45]授权公告日 2001 年 8 月 15 日

[11]授权公告号 CN 1069565C

[22]申请日 1993.10.18 [24]颁证日 2001.6.23
[21]申请号 93118494.0
[30]优先权
[32]1992.10.20 [33]DE [31]P4235308.4
[32]1993.2.19 [33]DE [31]P4305095.8
[32]1993.2.23 [33]DE [31]P4305364.5
[73]专利权人 巴伐利亚技术公司
地址 联邦德国帕绍
共同专利权人 威尔纳·什拉特尔
[72]发明人 威尔纳·什拉特尔
恩斯特·普劳辛格
[56]参考文献

CN2093057U	1992. 1.15	B23K11/11
US4628175	1986.12. 9	B23K11/24
US5111020	1992. 5. 5	B23K11/24

审查员 26 62

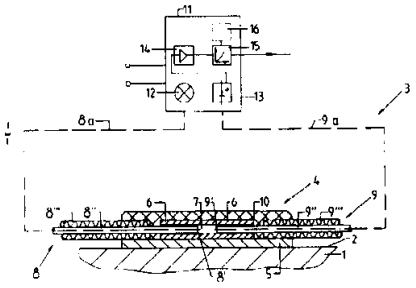
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 杨国旭

权利要求书 6 页 说明书 26 页 附图页数 11 页

[54]发明名称 电极夹

[57]摘要

一个电子点焊装置或系统有至少一个具有电极夹元件的电极夹，其特征在于：传感器元件如此固定在电极夹元件上，使传感器元件的零件随着对应于电极力 的弹性形变，最好是让电极夹元件弯曲，还使所述的零件上装有光通路，光通 路通过光导装置连接到光电装置上，使来自光电装置中至少一个光源的光通过 光导装置馈送给光通路，并且使通过光导装置送回给光电装置的光量或吸收的 光量是具有光通路的传感器元件的所述零件变形的函数。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1、一种至少具有一个电极臂、电极臂夹或类似元件的电极夹，电极夹元件具有焊接电极，并能由执行装置（25）利用电极力把电极（26）贴着被焊接的材料（18、19）压紧，电极夹至少还有一个连接到光电装置（11）的传感器，传感器设置在至少装有传感器元件（4、4′、4″）的一个零件（5、5″、6）的电极夹元件上以便探测或测量电极力，其特征在于：传感器元件（4、4′、4″）如此固定在电极夹元件（21、21′）上，使传感器元件的零件（5、5′、5″、6）随着对应于电极力的弹性形变，最好是让电极夹元件（21′）弯曲，还使所述的零件（5、5′、5″、6）上装有光通路，光通路通过光导装置（8、9）连接到光电装置（11）上，使来自光电装置（11）中至少一个光源的光通过光导装置（8、9）馈送给光通路，并且使通过光导装置送回给光电装置的光量或吸收的光量是具有光通路的传感器元件（4、4′、4″）的所述零件（5、5′、5″、6）变形的函数。

2、按照权利要求1的一种电极夹，其特征在于：光通路（8′、9′）装在至少两个光导（8、9）之间，光导（8、9）形成光导装置。

3、按照权利要求2的一种电极夹，其特征在于：光通路形成于构成第一个光导（8）的光出口的第一端（8′）和构成光进口的第二个光导端部（9′）之间。

4、按照权利要求1至3中的任一项的一种电极夹，其特征在于根据光电装置（11）确定的测量信号接通和/或断开焊接电流的装置。

5、按照权利要求1至3中任一项的一种电极夹，其特征在于根据一预定值来监视、指示和/或比较由传感器元件（4、4′、4″）确定的电极力的装置。

6、按照权利要求5的一种电极夹，其特征在于：所述的预定值是想要的曲线或参照曲线或上下公差限，且最好用包容曲线（50、51）的形式。

7、按照权利要求1至3中的任一项的一种电极夹，其特征在于：在电极夹元件（21）和/或传感器元件（4、4′、4″）上至少有一个温度探测器（44），根据所测定的温度，给光电装置（11）提供补偿温度影响的电信号。

8、按照权利要求1至3中任一项的一种电极夹，其特征在于：校准光电装置（11）提供的测量信号的装置。

9、按照权利要求1至3中任一项的一种电极夹，其特征在于：一种外部压力或力测量装置（55），该装置可受到电极夹1或它的电极的作用，并且在电极夹的校准状态中，所述电极夹的电极使力作用在外部压力或力测量装置（55）上，由该测量装置测量出的测量信号与从传感器元件（4、4′、4″）中得出的测量信号相比较，用于光电装置的校准。

10、按照权利要求1至3中任一项的一种电极夹，其特征在于：传感器元件（4、4′、4″）的所述零件（5、5′、5″、6）其中形成光通路的零件至少通过两个在空间相互分开的

保持或安放区域连接到电极夹元件上。

11、按照权利要求10的一种电极夹，其特征在于：保持和安放区域在每一种情况下都由小支脚形成，小支脚最好向其自由端圆锥形地逐渐变细；并且这些支脚最好安装在壳体或支承上，壳体或支承形成或容纳传感器元件的所述零件（5、5′、5″、6）。

12、按照权利要求10的一种电极夹，其特征在于：保持或安置区域与光通路（8′、9′）在空间隔开。

13、按照权利要求1至3中的任一项的一种电极夹，其特征在于：在传 感器元件（4、4′、4″）的零件（5、5′、5″、6）的空间（7）中形成光通路，该空间至少对通过第一个光导（8）提供给光谱，以遮光的方式与外面隔开。

14、按照权利要求12的一种电极夹，其特征在于：光导（8、9）的两端（8′、9′）在轴向上相互对着布置。

15、按照权利要求1－3中的任一项的一种电极夹，其特征在于：在光导（8、9）或其端部（8′、9′）之间的至少含有一个光反射元件，最好是镜（38），镜（38）最好在其镜面上绕着镜轴线凹形地弯曲，镜轴线最好位于光通路的平面内或平行于所述的平面。

16、按照权利要求1－3中的任一项的一种电极夹，其特征在于：光导（8、9）的端部（8′、9′）和/或光反射元件（38）布置在凸出部分上或在传感器元件（4″）的该零件上相对着的元件（34、35）上，最好是在支承板（5″）的一侧。

17、按照权利要求1－3中的任一项的一种电极夹，其特征

在于:光导（8、9）的端部（8′、9′）和/或光反射元件（38）布置在相互面对着的表面（36、37）上的凹处（39、40）中.

18、按照权利要求1－3中的任一项的一种电极夹，其特征在于：传感器元件（4、4′、4″）的所述零件（5、5′、5″、6）布置在壳体（6、10）上或壳体（6、10）中.

19、按照权利要求1－3中的任一项的一种电极夹，其特征在于：传感器元件（4、4′、4″）的所述零件是其中形成有光通路的壳体（5、5′、5″、6、10）的一部分。

20、按照权利要求1－3中的任一项的一种电极夹，其特征在于:在传 感器元件（4、4′、4″）的所述零件（5、5′、5″、6）或其壳体（5、5′、5″、6、10）中有一个内部空间,最好由孔（7）形成该内部空间,固定在壳体上的光导（8、9）的端部（8′、9′）伸进该内部空间中.

21、按照权利要求1－3中的任一项的一种电极夹，其特征在于：传感器元件（4、4′、4″）的所述零件由具有连续孔（7）的套（6）形成，其中光导（8、9）的端部（8′、9′）从这样的方式伸进连续孔（7）中，即使所述的端部（8′、9′）在孔中相互之间隔开.

22、按照权利要求21的一种电极夹，其特征在于：套（6）固定在传感器元件（4、4′、4″）的支承板（5、5′、5″）上，支承板（5、5′、5″）形成固定在电极夹元件（21）上的传感器元件（4、4′、4″）的表面。

23、按照权利要求21的一种电极夹,其特征在于:光导（8，9）固定在套（5、5′、5″、6）中。

24、按照权利要求22的一种电极夹，其特征在于：光导（8、9）固定在支承板（5、5′、5″）上和/或在支承板（5、5′、5″）的覆盖物（10）上。

25、按照权利要求1－3中的任一项的一种电极夹，其特征在于：至少一个光导（8、9）在其端部（8′、9′）弯曲，如透镜状地弯曲。

26、按照权利要求1－3中的任一项的一种电极夹，其特征在于：套（5、5′、5″、6）的轴稍微弯曲，最好围绕一根垂直于一个平面延伸的轴线，用于把传感器元件（4、4′、4″）连到电极夹元件（21）上。

27、按照权利要求1－3中的任一项的一种电极夹，其特征在于：传感器元件（4、4′、4″）至少有两个以不同的轴线方向布置的光通路（8′、9′）。

28、按照权利要求1－3中的任一项的一种电极夹，其特征在于：第一个光导（8）馈入的光是恒定光束或以预定模式变化的光束。

29、按照权利要求1－3中的任一项的一种电极夹，其特征在于：光电装置（11）具有与第一个光导（8）相配合的光源（12）和与第二个光导（9）相配合的光探测器（13）。

30、按照权利要求1－3中的任一项的一种电极夹，其特征在于：评估电子系统或装置（15）根据预定的校准曲线形成测量信号。

31、按照权利要求30的一种电极夹，其特征在于：校准曲线存放在存储器中，最好是在评估装置（15）或光电装置（11）

的存储器（ 16 ）中.

32、按照权利要求 1 - 3 中的任一项的一种电极夹，其特征在于：传感器元件（ 4、 4′ 4″ ）可拆除地固定在电极夹（ 1 ）或电极夹元件（ 21 ）上。

33、按照权利要求 1 - 3 中的任一项的一种电极夹，其特征在于：电极夹元件（ 21 ）具有一个弯曲段，并且传感器元件（ 4、 4′ 4″ ）设置在电极臂夹的凸侧或凹侧。

34、按照权利要求 1 - 3 中的任一项的一种电极夹，其特征在于：至少一个电极夹元件是由电极臂夹（ 21′ ）和固定在该电极夹一端的电极臂（ 21 ）形成的，并且至少一个所述的传感器元件（ 4、 4′ 4″ ）被装在电极臂夹上。

35、按照权利要求 1 - 3 中的任一项的一种电极夹，其特征在于：区域中的至少一个电极臂或电极臂夹（ 104 、 105 ）装有绝缘物（ 110 、 111 、 112 ），并在焊接时与被焊接的材料接触，绝缘物（ 110 、 111 、 112 ）具有抗划伤或抗磨损的外表面，该外表面由特种钢覆盖层（ 114 、 116 ）形成，并且最好是由包括陶瓷织物和/或陶瓷衬的覆盖层（ 117 ）的外表面形成。

说　明　书

电极夹

本发明涉及一种电极夹，特别是一种点焊电极夹。

点焊电极夹广泛地应用在工业中，特别是汽车工业中的车体制造等，具体地还用作焊接机器人的电极夹。利用具有执行元件如气缸或液压缸（包括水压缸）的执行装置，这种电极夹的电极相互之间即在起始位置和焊接位置之间能够靠近和远离，在起始位置电极相互之间较远，在焊接位置（电极夹靠紧）电极被压在要焊接的材料上，被焊接的材料一般由金属板形成，施加在金属板上的力也被称为“电极力”。在这种连接中，电极布置在电极夹元件上，即，一般说来布置在所谓的电极臂的一端，比如极端，电极臂相互之间可以相对移动或摆动，通常这些电极臂装在电极臂夹的一端。两个电极臂夹相互之间被铰接轴承连接。

点焊中焊点的质量由三个焊接参数确定，就是焊接电流，焊接时间和电极力。但是，传统的装置只能够控制和/或检测焊接电流以及焊接时间。用现在已知的点焊电极夹，既不能在焊接过程中指示实际的电极力，特别是在电极夹夹紧后至其重新打开的时间，也不能把焊接过程作为测得的电极力的函数进行控制，特别是根据实际存在的电极力受所述电极夹机构中许多缺陷的影响这一事实进行控制，比如有缺陷的电极臂夹，失效的电极臂、有缺

陷的电极臂夹轴承和有缺陷的执行装置等。

如果在实际焊接期间电极力太大（与焊接电流有关），就会产生焊接材料本身被迫进入该焊接材料间的缝隙中这一结果，因而导致焊点太小而缝隙宽度太大。所述焊点的强度不够。电极使焊接材料不适当地变形，并且电极发生强烈磨损。

如果焊接力不够大，会发生液化焊接材料的内部飞溅，即熔化的焊接材料在高压下溅入焊接材料之间缝隙中。该焊接熔核本身与想要的圆形不同。焊接材料和电极被熔合，焊接材料被脱色，并且焊接电流已不按照想要的方式集中在焊接熔核上而是沿旁路流动。总之，用太小的焊接力也导致焊接熔核的质量缺陷以及电极的强烈磨损。

尽管几十年来以上条件已为该技术领域的专业人员所知晓，但直到现在还没有这种可以检测在焊接过程中的电极力和变化的电极夹，比如产生的焊接熔核的质量控制和/或焊接过程的控制。

已知的电极夹（联邦德国 OS 38 33 287）具有一个钳状的夹紧装置，该装置由两个夹紧臂组成，两个夹紧臂可转动地相互连接并借助于执行装置能够相对另一个摆动，夹紧臂还有两个电极臂，每一个电极臂支撑一个电极，两个电极臂以相同的摆动轴相互之间象钳子的那样可摆动地连接。在每个夹紧臂和电极臂之间装有压缩弹簧，因此当焊接或执行装置使电极夹夹紧时，两个夹紧臂首先夹紧它们之间的焊接材料，于是一个力使电极贴紧焊接材料，这个力由压缩弹簧确定，压缩弹簧作用在电极臂的端部，电极臂远离电极并且相互之间可转动地连接。想要的电极力最好是常数，在电极夹紧和使夹紧臂贴紧焊接材料后，电极力仅由压

缩弹簧确定而与执行装置无关。压缩弹簧的冲击点位于电极臂的端部，电极臂相互之间被可转动地连接并远离电极，因此远离电极和所述的焊接点。在压缩弹簧的冲击点处装有压电压力表，利用压电压力表确定弹簧产生的力，此力在焊接过程中基本上是常数。

用这种已知的电极夹，正如不能按照测得数值的函数来控制电极力那样，电极力的精确确定，更具体地说就是在焊接过程中确定电极力随时间的变化，是不可能的。

也有已知的、用于电阻点焊的焊接装置（联邦德国专利 32 41 897），在该装置中，装有焊接电极的电极夹持装置由下部固定的电极夹和上部可移动的电极夹组成，电极连在电极夹的一端。为了产生电极力，外部执行装置的压头通过压缩弹簧作用在上部可移动的电极夹上。在弹簧和压头之间有一个线应变仪负荷传感器，利用该传感器确定弹簧力和施加在焊接材料上的力。

最后，还知道一种用于电阻点焊的焊接装置，在该装置中，空隙中固定的下部电极夹被牢固地连接到夹具架上，而上部的电极夹装在支承臂上，柔性梁把支承臂连接到夹具架上。

这些已知的焊接装置有缺点：首先，电极夹是固定在机架上，只有一个电极夹相对于另一个电极夹可以在竖直平面内运动。因此这些焊接装置不能象要求的那样用作焊接机器人，特别是在汽车工业和车体制造中。

所有已知的电极夹和焊接装置具有这样的缺点：压电传感器、压力传感器或线应变仪必须布置的离焊接的地方相当远，还必须与焊接电流的电流通路隔开一段距离，以免所述的传感器受

电磁场的影响。把所述的传感器布置在远离焊接的地方，会产生相当大的测量误差。特别是不能指示焊接力的动态变化，比如在焊接过程中发生的动态变化。

最后，所有已知的电极夹和焊接装置还具有这样的缺点：以压缩弹簧或柔性梁的形式附加弹性是必要的，弹性，特别是与现有的质量相结合时，意味着损害了测量结果并增加了结构费用。

在目前已知的点焊电极夹中，由于焊接电流的一部分沿旁路流动，因此接触的地方还有电旁路的危险。这样，焊接点也不能被适当地焊接，并且焊接点的强度降低，这可能导致危及整个车辆的质量，并可能进一步在车辆中导致破裂噪声，这种噪声在后来已不能再消除。

本发明的目的就是提供一种电极夹，利用这种电极夹，能够在焊接期间内任一时刻，精确地，不受干扰地探测电极上存在的实际电极力，特别是在实际的焊接期间或焊接时刻。

为了达到这一目的，开发了一种至少具有一个电极臂、电极臂夹或类似元件的电极夹，电极夹元件具有焊接电极，并能由执行装置25利用电极力把电极26贴着被焊接的材料18、19压紧，电子电极夹至少还有一个连接到光电装置11的传感器，传感器设置在至少装有传感器元件4、4′、4″的一个零件5、5″、6的电极夹元件上以便探测或测量电极力，其特征在于：传感器元件4、4′、4″如此固定在电极夹元件21、21′上，使传感器元件的零件5、5′、5″、6随着对应于电极力的弹性形变，最好是让电极夹元件21′弯曲，还使所述的零件5、5′、5″、6上装有光通路，光通路通过光导装置8、9连接到光电装置11

上，使来自光电装置11中至少一个光源的光通过光导装置8、9馈送给光通路，并且使通过光导装置送回给光电装置的光量或吸收的光量是具有光通路的传感器元件4、4′、4″的所述零件5、5′、5″、6变形的函数。

用本发明的电极夹，在焊接过程的任意时刻能够精确测量存在的电极力，并根据这一测量结果能够检测和/或控制焊接过程。另外，根据测得的电极力，能够评估所述的焊点和/或其质量，并根据这一评估，决定另一个可能的相邻焊点是否有必要，和/或先前的一个或多个焊点能否省去等。根据所测电极力评估焊点的质量，这种评估和由这一评估产生的进一步决策或控制最好在电子控制装置中按照预定的程序进行。另外，对每一个焊点还能记录电极力的过程以便以后评估，确认等。

为了探测电极力采用了光传感器，光传感器的工作基于这一事实，传感器元件中通过光通路传送的光量是传感器元件或所述具有光通路的传感器元件的零件的机械变化或变形的函数。由于以上事实，传感器或传感器元件和与传感器隔有一定距离布置的光电装置之间的连接只在至少两个光导上发生。尽管测量精度和灵敏度高，即有可能探测到很小机械变形，尽管有高的截止频率，但传感器元件对外部干扰并不敏感，具体地说就是对电压、磁场、电磁场或电磁波及高温等不敏感。此外，传感器元件能具有机器人的结构，因而甚至在严重的碰撞或冲击的情况下都不被损坏。

具体地说，不仅在没有焊接电流或通过周期变化焊接电流的零点的通路时，甚至在焊接电流流动时，本发明都提供了精确测量电极力的可能性。由于焊接电流存在和不存在时的电极力不

同，并且焊接电流流动时的电极力对监视和/或控制非常重要，因此焊接电流流动时的电极力测量是最重要的。

在本发明中，由于在焊接过程中所述元件弹性变形，因此电极力直接在电极夹元件上测量；而不必提供附加弹性，比如以弹簧，柔性测量梁的形式测量。另外，传感器元件能够直接布置在焊接的地方或焊接电流通路上，即在传导焊接电流的电极夹的零件上。不必考虑电磁场。另外，为了测量电极力，不需要电极臂或电极臂夹的特殊结构。

由于采用本发明可以进行电极力的动态测量，即测量电极力随时间的变化，所以基于测量结果，第一次能够陈述焊点的质量。

由于测量的高精度和高灵敏度，以及较高的截止频率，比如在 $10kH_z$，在电极夹夹紧后的刺耳冲击声中，能够精确地确定电极力随时间的变化。在这种连接中，具体地说，就是能够确立这种刺耳冲击声是否在预定的时期内完成，以及所述的电极夹机构是否在适当的条件下。另外，能够测量和监视后来的预夹持期间的电极力变化，特别是还参照了电极力到达的给定值，该值与实际的焊接电流有关。另外，实际焊接期间或焊接时刻的电极力测量是可能的，并且根据本发明的电极夹的高测量灵敏度和高精度，在焊接过程中以及在后夹持时刻发生所谓的“后锻造”体积变化时，能够确定发生在焊接时的体积热变化和因而产生的电极力增加。从这点出发，采用本发明不仅能够评估所述焊点的质量，而且还能最佳地控制焊接时间，因而尤其能够获得焊接过程确定性的增加以及焊接生产率的优化。

在本发明的一个实施例中，至少在一个区域中，至少有一个

电极臂或电极臂夹被绝缘，焊接时在该区域中焊接材料能够接触。绝缘体由绝缘覆盖层组成，覆盖层的外表面是耐磨的和防屑的。比如，这种覆盖层由特种钢组成，特种钢包着另一层绝缘材料。抗磨覆盖层最好由陶瓷织物或陶瓷衬料形成。在这种情况下，覆盖层也可以制成单层，即陶瓷材料能够同时形成电绝缘。

由于绝缘至少由单层组成，可以期望电绝缘覆盖物的绝缘寿命很大，因为电绝缘覆盖物的外表面是防屑或耐磨的，甚至能承受金属板的锋利边缘。

在本发明的一个实施例中，制成的绝缘物至少有两层，并且由绝缘材料覆盖层和布置在它上面的磨损保护层组成，这两层相互之间永久地连接。在这种连接中，绝缘材料覆盖层最好由浸渍了环氧树脂的玻璃纤维带组成，如“ Betabrace ”，但也可以由碳纤维或类似的物质组成，因而保证可靠的电绝缘。抗磨覆盖层以特种钢交叉编织织物的形式制成并被推压在电极臂上，推压时，抗磨覆盖层使其本身适应弯曲的电极臂，因而使覆盖层能够用于不同形状的电极臂。玻璃织物带或“ Betabrace”和特种钢织物之间的永久连接以这种方式制成：即浸渍织物带的环氧树脂粘结剂挤在织物之间，并在 150 ℃左右硬化。

能够把特种钢筒用作抗磨覆盖层来代替特种钢织物，特种钢筒最好是细长的或者是缠绕的特种钢带。但是，这种特种钢筒或带其应用限制在直的或稍弯的电极臂上。

类似的高质量耐磨覆盖层也能够用于本发明中，例如，有一种名为“ Mehanite”的材料适于这一用途，磁场不能透过这种材料，由于不需要能量用于磁场，焊接时用这种材料能够获得较高

的效率.

在最佳实施例中，布置在电极臂或电极臂夹上的绝缘或覆盖层至少在部分区域内或者至少在一层中是陶瓷织物或陶瓷衬．在这一实施例中，陶瓷织物或衬最好形成防屑和耐磨的绝缘外表面，例如，绝缘只由陶瓷织物或陶瓷衬组成。

应用在电极臂或电极臂夹上的绝缘物能够以特别简单的方式适应相应的电极臂或电极臂夹的形状以及焊接在一起的钢板形状。

借助于本发明的建议，能够获得很大的寿命．本发明的绝缘物在一定程度是柔性的．由于这一事实，对不同形状的电极臂适应性特别好．采用这种绝缘，点焊时的焊接缺陷能够明确地减少，因此能够消除附加的安全焊点，从整体来说，能够实现减少制造时间并因而降低成本．另外，电极臂和被焊接的金属板之间的安全距离能够减少，因此，用这种方法能够获得减小的窗口表面和较小的焊接电流，由于重量减小还能获得较小的电极夹和较好的夹持．

以下将根据一个实施例并参阅附图，进一步详细地解释本发明，其中:

图 1　以简化图和方框图表示了本发明的传感器的实施例，以及光电装置;

图 2　以简化图的方式表示了在点焊电极夹上的图 1 中的传感器元件;

图 3　以简化的俯视图表示改进的实施例;

图 4　以简化图表示图 3 中传感器元件的侧视图和它对管形测

量物的连接；

图 5　表示传感器元件的另一改进的实施例；见简化的透视图。

图 6　是通过图 5 的传感器元件纵剖面的简化视图；

图 7　是通过图 5 的传感器元件沿着图 6 的线 I － I 的剖面；

图 8　是电力随电极夹时间的变化曲线图；

图 9　是焊接地方的简化的俯视图；

图 10　是点焊电极夹的侧视图；

图 11　是通过按照图 10 的电极臂的 A － A 剖面；

图 12　是通过按照图 11 的电极臂的 B － B 剖面；

图 13　是在本发明的另一个最佳实施例中，与图 11 或 12 相似的剖面。

图 1 示出了用于点焊两块板 18 和 19 的电极夹 1。电极夹由两个电极臂 20 和 21 组成，电极臂 20 和 21 分别固定在电极臂夹 20′ 和 21′ 的端部。这些电极臂夹通过枢轴 22 和枢轴臂 23 和 24 相互之间可转动地连接。两个枢轴臂 23 和 24 分别固定在对应的电极臂夹 20′ /和 21′ 的两端之间。在一端，执行元件 25 作用在电极臂夹 20′ 和 21′ 之间，本实施例中表示的执行元件 25 是气缸。在它们弯曲的自由端，电极臂装有极端 26 和 27，在点焊的情况下，在极端 26 和 27 之间接收两块板 18 和 19，利用动作的执行装置 25 用预定的力把极端 26 和 27 贴着板 18 和 19 压紧。通过电极臂夹 20′ 和 21′ 及电极臂 20 和 21 和电连接到后者的压头 26 和 27 供给和切断焊接电流，电极臂夹 20′ 和 21′ 每个

都制成电导体。

为了可靠地产生焊点，必须保持各种参数，因此，例如就给定了电极或极端26和27贴紧在板18和19的压力．为了监视和/或控制这一参数，传感器3或其传感器元件4、4′或4″在图1中设置在下部电极臂夹21′上或此处的外侧表面2上，以便利用这个传感器元件能够探测电极臂夹21′的弹性弯曲，并从传感器元件上能够确定压紧力，电极臂夹21′的弹性弯曲在极端26和27贴着板18和19压紧时发生，该弯曲取决于压紧力，例如，在控制电路中压紧力用期望值与预定实际值相比较，以便以这种方法控制或调节执行元件25。

具体地说，能够测量电极夹夹紧时增加的电极力，并且当电极力达到预定值时，能接通焊接电流，即接通取决于实际测得的电极力的焊接电流。

在图2所示的实施例中，此处所示的传感器元件4具有支承板5以及套6，以焊接、粘结或其他适当的方式把支承板5平放在表面2上固定，套6保持在面对着支承板5的电极臂夹21′表面的侧面，例如支承板5外形为长方形，采用这种方式，传到支承板5上的机械变化也能传到套6上。

套6具有连续的孔7，并且在所示的实施例中，至少在孔7的内表面上有吸光剂，例如借助于对应的上色或黑化和/或借助于对应的表面结构进行吸光。

此外，传感器3由两个光导装置8和9组成,每个光导体至少具有一根分别形成实际的光导元件的玻璃纤维8″、9″和外壳，外壳最好是多层绝缘或覆盖分别为8′″和9′″。两个

光导 8 和 9 中的一个连同其玻璃纤维元件 8″ 和 9″ 分别从每一端伸进套 6 的孔 7 中，利用这种方式，两个光导的端部 8′ 和 9′ 在套 6 或它的孔 7 的中心近似于相互对着并在套 6 的轴向离开一段预定的距离，因此在导光 8 和 9 之间光通路形成在端部 8′ 和 9′ 之间的空气或气体空间中，玻璃纤维元件 8″ 和 9″ 在至少超过其长度上被套 6 包围的部分以外的部分的外径在所示的实施例中稍小于孔 7 的直径，因此，光导 8 和 9 及玻璃纤维元件 8″ 和 9″ 分别在孔 7 中运动是可能的。利用块或覆盖物 10，光导 8 和 9 被保持在支承板 5 上，例如，块或覆盖物 10 由合成树脂组成（如环氧树脂），并且还包着套 6，并把该电极臂固定在支承板 5 上，或者至少有助于套 6 固定到支承板 5 上。

两个光导 8 和 9 及它们的玻璃纤维元件 8″ 和 9″ 分别以适当的方式保持在套 6 中，并把传感器 3 连接到光电装置 11 上；光电装置 11 以及传感器 3 形成了传感器装置。光电装置具有光源 12 以及光探测器 13，光导 8 延伸到光源 12，光导 9 延伸到光探测器 13，因而，来自光源 12 的光通过光导 8 传导到传感器 3，并且光作为测量信号通过光导 9 到光探测器 13 上，光探测器 13 供给一个电信号，这一个电信号取决于返回的光照度。这一信号在放大器 14 中被放大以便进一步使用。光源、光探测器 13 以及放大器 14 是光电装置 11 中的元件，其中光源最好是发光二极管；光探测器 13 可以是光电二极管或光电晶体三极管；放大器 14 最好是集成电路。在所示的实施例中，这个装置 11 还有评估装置 15 和存储器 16。但是，后两者可以是独立装置的元件，比如计算机。

轮廓分明的光束通过光导 8 馈入传感器 3。这一光束从光导 8

的端部8′进入孔7或进入位于两个端部8′和9′之间光通路中。至少这一光束的一部分在端部9′进入光导9，然后通过光导9回到光探测器13，因此，在光探测器的输出端存在一个信号，该信号取决于返回光束的光照度，然后引导该信号使光电装置11的输入端或评估装置15的输出端存在一个输出信号。

表面2上的每次弯曲、延展、压缩和其他变化都通过支承板5分别供给光导8和9的固定物和套6，固定物把光导8和9固定在支承板5上，表面2上的上述变化还导致端部8′和9′的相对位置变化，因此，也导致通过光导9反馈的光束照度的变化以及光探测器13上的电信号变化。通过光导9传导回的光束是通过光导8馈入的光束与损失（衰减）之间的差值，该损失发生在套6的孔7内或此处形成的吸收空间中，特别是由于端部8′和9′的相对位置变化，例如，是因为这一事实，作为端部8′和9′相对位置的函数，从端部8′出来的不同横截面尺寸的光束到达端部9′。

为了获得传感器4给定的特性或表面2上的电极臂夹21′的变形和光导9中返回光束的尺寸之间的依赖性，端部8′和/或端部9′的形状可以不同，比如，为了获得透镜效应而采用曲面等。

在光电装置中，放大器14′所放大的光探测器13的信号被评估，即根据校准曲线利用评估装置15进行评估，例如在制造每个传感器3或每个传感器元件4之后，单独确定校准曲线；校准曲线被存放在例如评估装置15的存储器16中，以便利用传感器3或利用具有这种传感器的传感器装置，获得特别高的测量精度。评估装置最好这样制成，即放大器14提供的模拟信号在模－数转

换器中转换成数字信号，然后数字信号在评估装置15中进一步进行处理和/或评估，评估装置15最好包括微处理器。在这种情况下，校准曲线最好作为数据记录存放在评估装置15的存储器16中。

传感器3对焊接过程的监视和/或控制不会被大的焊接电流或因此产生的磁场损害，也不会被产生的温度损害。电装置15可以装在现场，或者布置的离焊接现场足够远。

原则上，也能够以这种方式制成传感器元件4，即光导8和9两者都从这一传感器元件的一侧伸出，在这种情况下，借助于布置在传感器元件4中的至少一个光折射装置（平镜、棱镜等）折射通过光导8馈入的光束。这一折射装置是光通路的一部分或者装在光通路的外面。

图3表示一个实施例，其中，用于电极夹1的传感器元件在光通路的外部具有折射装置。在这种情况下，折射装置由两个光导之一即光导8的弯曲长度28组成。

在这一实施例中，套6稍微弯曲，即，电极臂的轴线位于大直径的圆上，这个圆的轴线（曲面的轴线）垂直于支承板的侧面。这一设置还具有下列优点：能够指示电极臂夹21上的很小机械变化或弯曲，即，导致返回光束照度的明确变化，或者说传感器元件4′的特性（返回光束的照度取决于机械变化）在很大程度上具有线性过程。

图4表示电极夹1的电极臂夹21′，图4的传感器元件4′的侧视图。支承板5′在其离开套6并对着该套位置的下侧总共装有三个小支脚29，这三个支脚这样布置，其中之一在长方形支

承板5′窄的一侧的区域中，即在支承板的中部，而另外两个支脚装在支承板的另一端，在垂直于该支承板的纵向离开一段轴向距离。通过其自由端逐渐变细的锥形支脚29，支承板5′安置在电极臂夹21′上或圆柱形表面2上。

如图3所指示的那样，两个支脚29装在光导8和9从支承板5伸出的一侧，具体说是光导8和9的两侧。在弯曲的部分长度28的地方装有单一的支脚29。

传感器元件4′或支承板5′被两个条形保持元件30贴着被测的物体保持，每个保持元件30都具有弹簧31，并且其端部固定在销32上，销32还起安装支脚29的作用，并从支承板5的顶部上伸出。保持元件30绕着被测的物体。

如图4所示，端部8′和9′之间的光通路在套6中形成的地方，支承板具有厚度减少的区域33，该区域垂直于支承板5′的纵向。在所示的实施例中，只有在底部一侧具有这一区域，以便支承板5′形成放置套6的平坦表面，并使被测的物体机械变化时支承板5′的变形无论怎样大体上都集中在光通路的区域。

利用支脚29，能够可靠地和容易地把传感器元件4′布置在电极臂夹21′上，而不管该电极臂的外形如何。通过适当地选择支脚29的长度，即，适当地选择这些支脚形成的保持和安放区域离光通路或其平面的距离，传感器元件4′和传感器3整体的灵敏度能够被改变或被设定为想要的值。

作为本发明的另一个实施例图5和6分别以简化透视图和纵剖面图的方式，表示电极夹1的电极臂夹21′以及传感器元件4′，其特征在于特别简单和坚固的结构，高的灵敏度，还有高的动态

特性。传感器元件包括支承板5″，支承板5″近似对应于支承板5′，用例如钛或纤维增强塑料制成。由钛或最好是由纤维增强塑料制成的支承板5″具有对干扰影响很不敏感的优点，特别对加热不敏感，还对在电极臂21或电极臂夹21′的周围焊接期间，建立起来的磁场不敏感。利用三个锥销或支脚29在后者上面贴着安置，三个圆锥销或支脚29由硬金属制成并插入电极臂夹21′中。借助于电极夹或图4所示的固定元件30，该安装就完成了。

在长方形轮廓的支承板对着支脚29的上面，装有两个方块或像方块的元件34、35，即在每一种情况下，一个元件34或35分别在支撑板5″的每一端或每一窄侧。在所示的实施例中，元件34和35为块形并固定在支承板5″的顶部，使元件34和35的端侧36和37相互离开，两个元件34和35相互面对着，并大体上垂直于支承板5″的顶部及其纵向。

9和8是两个光导，它们以这种方式保持或固定在元件34中的它们的端部8′和9′的区域内，这些光导体在其端部的区域内，其轴线位于一个平行于支承板5′的上部的平面内，并和它隔开，而且轴线相互间形成锐角，至少当电极臂夹21′或传感器元件4″从应力中释放时，即，当没有弯矩作用在支承板5″上时，锐角的顶点位于镜38的区域内，镜38形成在元件35的端侧37上。镜38相对于端侧37制在或布置在凹槽39中，该槽中布置在端侧37中，并且其纵向平行于支承板5″的顶部延伸。另外，镜38绕着一根轴线在其面对着端侧36的镜表面凹着弯曲或弯成弓形，这根轴位于光通路的平面E1内或平行于所述的平面。用这

种方法所得到的结果是：即使镜38的较小折射也导致传输光导8的光量的大变化．传感器的灵敏度和测量范围能够由曲率半径调节．元件34的端侧36装有槽40，槽40对应于槽39并位于支承板5″的纵向，且平行于槽39的平面E1．在槽40的底部，装有分别用于光出进的两个端部8′和9′．

在两个元件34和35之间，支承板5″在其上面和底面都有一个支承板的厚度减小的区域33．一个位于另一个之上的区域33因此限定了一根轴41，轴41平行于平面E1并垂直于支承板5″的纵向，并且在支承板5″的弯曲区域内，如果电极臂夹21′承载时，电极臂夹21′受到弯曲应力，支承板5″最好弯曲。

利用罩或盖42，至少以防尘和遮光的方式，使槽39和40以及形成在元件34和35之间的空间与外部隔绝。

两个端部8′和9′以及镜38都分别布置在槽40或39的底部，分别相对于端侧36和37凹进。由于以上事实，漫射光的影响被非常明显地减小。

当电极臂夹没有应力时，端部8′出来的光束这样被镜38折射，即使光束在端部9′完全或几乎完全进入光导9中．如果电极夹夹紧时，电极臂夹21′由于电极力EK而变形，电极力EK使极端26和27贴着板18和19，接着支承板5″在轴41的区域内发生弯曲，因此，作为这一形变的函数，并因而作为压紧力或电极夹1的电极力的函数，只有一部分在端部8′出来的光量在端部9′仍被镜38折射，以便进入光导9中。这一光损失和这样“衰减”是电极臂夹21′弯曲的函数，并因而是作用在极端的电极力的函数。

此外，如图5所示，两个光导8和9这样制造，即在传感器元件4″或以一定距离对着元件35的元件34的侧面处，光导体的分离是可能的。为此目的，那里装有插头43，例如用于光导或光导电缆。

借助于插头43，能够经常地和方便地从对应的电极夹1和电极臂21上拆除对应的传感器元件4″。

如下面将要进一步详细解释的那样，光导8和9从对应的电极夹1通到光电装置11，光电装置11在空间上与电极夹1或与具有这种电极夹的机器人分开，为了能够把电极夹作为一个整体从机器人上拆除，和/或把机器人从也包含光电装置在内的控制装置上拆除或分离，在每个光导8和9中最好至少装有另外两个插头接头。

传感器元件4″具有高的测量灵敏度，即用它能辨认小到1/10,000mm的偏移。此外，传感器元件4″具有高的动态灵敏度，即，截止频率在10kHz的数量级。这一点对能够探测电极夹夹紧时焊接过程开始时的刺耳声特别重要，还能够在刺耳声或对应的刺耳冲击终了时完成测量或判定。取决于电极臂21上的应力的光信号产生和该信号向光电装置11的传输以光的速度发生。

44是温度探测器，温度探测器装在电极臂夹21′上并测量该电极臂夹的温度。温度探测器44给比如评估装置15供给一个取决于电极臂夹21′的温度的电信号。利用这一信号，能以这样的方式完成校准和再调节：即支承板5′和电极臂夹21′的温度调节变形，以及由此可能导致的传输光量的变化，不影响由光电装置11供给的测量结果。当然，传感器元件4″再次布置在电极臂夹的

内凹面或外凸面上，以使电极臂夹21′上的、取决于压紧或焊接力的弹性弯曲导致支承板5″在轴41的区域内弯曲。

点焊基本上由三个参数确定，除焊接电流和焊接时间外，其中之一就是电极力EK，即，电极或极端26和27贴着将被焊在一起的板18和19被压紧时所用的力。焊接电流能够用传统的装置测量。焊接时间通过控制被记录。用传感器元件4″和对应的光电装置11能够测量电极力，以使在焊接过程中能够连续地、非常精确地测量或确定这种力。

电极力如以下将要解释的那样，对焊点质量至关重要

图8以曲线图的形式表示电极力EK为时间的函数。在这种连接中，假定在时刻t_1电极夹夹紧，即，电极或极端26和27置于板18和19上。最初电极力增大，然后该电极力随时间变化，原因是由于刺耳声过程或所谓的刺耳冲击，该冲击一方面由板18和19固有弹性所致，另外，其中特别 还由电极夹1本身和连接中的弹性所致，具体地说是由电极臂夹20′和21′、电极臂20和21等本身所致，这些力的周期变化还取决于电极臂20和21及枢轴点22的状态或时效。用完整电极夹1，该刺耳冲击在时刻t_2结束。对该跳动冲击的持续时间Tpr特别可以确定给出的平均值。

在图8中，已假定仍在时间或时间窗口Tprmax终止前，达到刺耳冲击实际已终止的时刻t_2。

然后首先从此处的时刻t_2对应于过程46的电极力的持续增大，直至达到最大电极力。如果达到的值大约对应于最大电极力的90 %左右，即在时刻t_3，焊接电流被接通。在焊接过程中，电

极力大体上保持不变，但是，由于焊接过程的存在，该力有一定的变化，如图 8 中过程 47 所指示的那样。t_2 和 t_3 之间的时间被称为预保持时间 T_V。在这期间，一定的电极电流可能已经流动以便为焊接过程做准备。在 t_4 时刻，焊接时间 T_S 结束，即当－特别也是由于将被焊接在一起的板 18 和 19 的材料结构变化引起的－电极力减少时，如图 8 中的过程 48 所指示的那样。然后电极力在后保持时间 T_N 内保持为恒定值，即直到时刻 t_5。然后电极夹 1 打开。

利用传感器元件 4″，在电极夹 1 夹紧后的刺耳冲击阶段，电极力 EK 被探测，并确立何时这种刺耳冲击结束。如果这在预定的时间窗口 Tprmax 内是不可能的，那么利用这一点控制装置可识别出存在机械缺陷，如有缺陷或过时的电极，有缺陷的执行元件 25，有缺陷的安装等，而不再产生焊点。

于是，也在预保持时间 T_V，利用传感器元件 4″ 在焊接时间 T_S，及在后保持时间 T_N，进一步监视电极力，即，该力是否位于预定的例如分别利用包容曲线 50 和 51 确定上限和下限的公差范围内。

具体地说，用传感器元件 4″ 辨认出了电极力是否太大，即超过了包容曲线 51。

监视和控制能够详细地如此完成，例如，对预保持时间 T_V，在结束预定时间间隔或预定时间窗口后，利用传感器元件 4″ 检查最大的电极力或至少是位于预定公差范围（包容曲线 50 和 51）内的对应值是否已经达到。如果是，就接通焊接电流。如果对电极力所要求的值没有达到，焊接电流就不接通。相反，产生故障信号，例如，使装有电极夹 1 的焊接机器人在稍移动的位置再偿

试另一个焊点，和/或向操作或保养人员指示电极夹1需要保养或修理。

此外，利用传感器元件4″，在预保持时间T_V内的控制也是可能的，如，如果测得的电极力对应于最大电极力的90％或者对应于位于公差范围内一个对应的仍然允许的电极力值时，接通焊接电流。因此，如果电极夹1正常工作，预夹持时间T_V实际上只持续到电极力的这一值已达到为止，因此预夹紧时间不必包括任何附加安全时间，其结果是，相应长的焊接过程能被大大地减少，因而，焊接机器人生产率（单位时间中生产的焊点数）能够明显地增加。

还是在这种控制的情况下，如果在预定的时间窗口内没有达到90％的电极力，就不接通焊接电流，而是发出一个故障信号，该故障信号又使具有电极夹1的机器人在另一个地方尝试另一个焊点，和/或向操作或保养人员指示需要对电极夹或焊接机器人进行维修或保养了。

在焊接时间T_S内，在最简单的情况下，继续监测电极力是否位于预定的公差内（包容曲线50和51）。如果是，所述的焊点被指示为正常生产的。如果不是，那么控制焊接机器人，例如，通过对应的故障信号，以便在不同的地方产生另一个附加焊点，和/或向操作或保养人员指示需要对电极夹1或对应的焊接机器人进行保养或维修了，但是，在焊接时间T_S内电极力指示还意味着探测到由α晶格向ν晶格转变引起的体积变化以及在后夹紧时间T_N内所谓的“后锻造”时的体积变化，因此，能够判断所的焊点并可以清晰的陈述已经生产的焊点是否合适。

另外，还能够在焊接时间 T_S 内探测电极力的下降过程 48，并能够从中导出切断焊接电流和后夹持时间 T_N 的开始的准则。因此，这意味着焊接时间实际上等于产生对应焊点所需要的时间，因而焊接时间不必包括任何附加安全时间段。这还导致总焊接时间的优化和减少。

图 9 示意地表示具有电极夹 1 的焊接机器人 52 以及设置在开关柜 53 中的相应的控制。54 是机器人 52 和开关柜 53 之间的柔性线。该连接还包括光导 8 和 9，即，光电装置 11 布置在开关柜内，开关柜离焊接机器人足够远，并因而特别地保护光电装置 11 免受外部干扰的影响，尤其是免受电磁场等的影响。在开关柜 53 中还装有用于焊接机器人 52 和电极夹 1 的其他控制元件，包括用于探测和评估传感器或传感器元件 4″ 提供的信号的电子装置。

其中，所述的传感器元件 4、4′ 4″ 还具有这样的优点：由于电极臂夹 21′ 的对应机械变化而产生的传输的光量的变化远大于仅由光导 8 和 9 弯曲造成的那些光量变化。因此，象焊接机器人 52 和/或电极夹 1 移动时出现的这些光导和连接件 54 的弯曲，不会导致任何对相应传感器元件测量结果的误用或损害。

除上述的优点外，由于其特殊的结构，传感器元件 4″ 尤其还具有这样的优点：元件 34 和 35 以及这些元件上的槽 39 和 40 和元件 34 上的通道都能以高的精度制造，而使装有通道以接收光导 8 和 9 的端部 8′ 和 9′ 区域的光的传感器元件 4″ 以低成本制造，此外，元件 34 和 35 还能够与支承板 5″ 制成一块。

在图 9 中，55 是压力或力测量装置，该装置在电极夹 1 的运动空间内，以这样的方式与焊接机器人 52 分开布置：在校准状态

期间，该测量装置55能被电极夹1抓住并被布置在极端26和27之间。借助于执行元件25，极端26和27则能贴着压力测量装置55压紧，当然不用接通焊接电流。在该校准状态期间，由压力测量装置55供给的信号与从传感器元件4″导出的信号在控制装置，比如在布置在开关柜53中的光电装置11中比较。如有必要，装在光电装置中的校准装置能够如此再调节，使从传感器元件4″导出的测量信号对应于由压力测量装置55测到的测量值。在最简单的情况下，校准装置是一个放大倍数可变的放大器。

还是在该校准状态中，在预定数量的焊接过程或焊点后，周期地重复校准状态，当从传感器元件4″导出的测量值与从压力测量装置55导出的测量值之间的差超出预定的公差范围时，能够产生指示必须保养或维修的信号。

根据实施例已经描述了本发明。显然不超出本发明思路的变化和改进是可能的。如也可以在电极臂21或电极臂夹的另一个元件上装有传感器元件4、4′、或4″，该电极臂夹的弹性形变作为电极力的函数。

在所述的实施例中，已假定光源12大体上提供预定光照度的恒定光。可是，原理上也可以使用输出的光按照预定的模式变化光照度的光源12，例如，脉冲光或以类似脉冲的方式变化光照度的光，这样便可以借助于特殊的滤波器和/或程序在评估测量信号时，在评估装置15中消除任何干扰影响。

在一个可能的实施例中，在传感器元件4或4′或者此处的支承板5或5′上的光导的端部8′和9′之间，至少在独立的套6中或在共同的套中形成两个测量或光通路，然后在不同的轴

线方向布置这些光通路，最好轴线方向相互垂直。这样，可以探测测量物体 1 沿着不同轴线的机械变化。

最好同时提供两套光导 9 和 9a 以及光探测器 13，以便使取决于电极力的这两个信号在装置 11 中存在，这样可以借助这些信号的处理或评估，自动补偿干扰影响，比如，光源 12 亮度的变化，对光导体的影响等，对光导体的影响可影响光导系数。所用的光导 8 和 9 或 8a 和 9a 在这种情况下最好结合形成光导电缆，这样外部影响（如，弯曲）以相同的方向作用在所有的光导上。

在最佳实施例中，电极夹初次安装后，如把新的电极夹或修好的或新装的电极夹置于工作状态时，首先用它产生几个试验焊接点（焊点）。进行这些试验焊接时，在每一种情况下都要测量和存储焊接力的变化。如果上一次试验焊接已导致符合要求质量的焊点，那么，这次焊接过程时存储的电极力变化被确立为想要的参照曲线，因而，由此确定和建立了两条包容曲线 50 和 51 。

在随后的焊接时（焊点），这些以这种方式确定的参照曲线和包容曲线，就可被用来控制和/或评估焊接过程。如果电极夹打开，就可自动校正或设置提供的测量信号的零点。

在图 10 中，点焊电极夹的两个电极臂表示为 101 的 102 。这些电极臂由枢轴点 103 和枢轴臂 104， 105 及连接到电极臂 101 和 102 的端部的执行元件 106 如气缸，可转动地连接在一起，枢轴臂 104 、 105 也可以作为电极臂夹。在图 10 中的实施例中，电极臂 101 和 102 制成弯曲的形状（上电极臂和下电极臂用不同的曲率表示），本发明并不限于此。在电极臂 101 和 102 面对着的端部设有极端 107 、 108，极端 107 、 108 形成焊接电极，并在

极端 107、108 之间容纳将通过点焊连接到一起的两块板 109、109′，极端 107、108 与两块板接触。在电极 101 上有绝缘物 110（剖面 A－A）；在电极 102 上有绝缘物 111（剖面 B－B）。

在图 11 中，绝缘物 110 的结构以横剖面表示，从中可看到电极 101、玻璃织物带 113 和特种纲交叉编织织物 114。玻璃织物带 113 直接包着电极臂，特种钢交叉编织织物 114，通过例如环氧树脂粘结剂永久地粘附在玻璃纤维带 113 上。

在图 12 所示的截面中，电极臂 102 被玻璃织物带 115 包着，玻璃织物带 115 用环氯树脂浸渍并在其外表面上包着带有开口的特种钢电极臂 116。

图 13 的视图，类似于图 11 和 12，其表示了作为另一个实施例的绝缘物 112，绝缘物 112 最好用来代替绝缘物 110 和 111。

绝缘物 112 由护套 117 组成，护套 117 包着电极臂 101 或 102 并形成一层或多层陶瓷织物或陶瓷衬。绝缘物 112 具有这样的优点：陶瓷材料对绝缘物 112 形成特殊的防屑和耐磨外表面，外表面还具有很高的耐锋利边缘板 109 和 109′。

绝缘物 112 能以特别简单的方式生产。此外，利用绝缘 112 可避免其外表面的结构，即使在长期使用时，当更换绝缘物时产生危险，即被绝缘物中伸出的锋利或象针一样的元件伤害的危险。

使用的参考数字表

1　　电极夹

2	表面
3	传感器
4、4′、4″	传感器元件
5、5′、5″	支承板
6	套
7	孔
8、9	光导
8′、9′	端部
8″、9″	玻璃纤维元件
8′″、9′″	多层绝缘
10	覆盖物
11	光电装置
12	光源
13	光探测器
14	放大器
15	评估装置
16	存储器
18、19	板
20、21	电极臂
22	枢轴处
23、24	枢轴臂
25	固定装置
26、27	板端
28	部分长度

29	支脚
30	附属元件
31	弹簧
32	销
33	区域
34、35	元件
36、37	端侧
38	镜
39、40	槽
41	轴线
42	罩
43	插头
44	温度探测器
45 – 49	过程
50、51	包容曲线
52	焊接机器人
53	开关柜
54	连接物
55	压力测量装置
117	护套

说　明　书　附　图

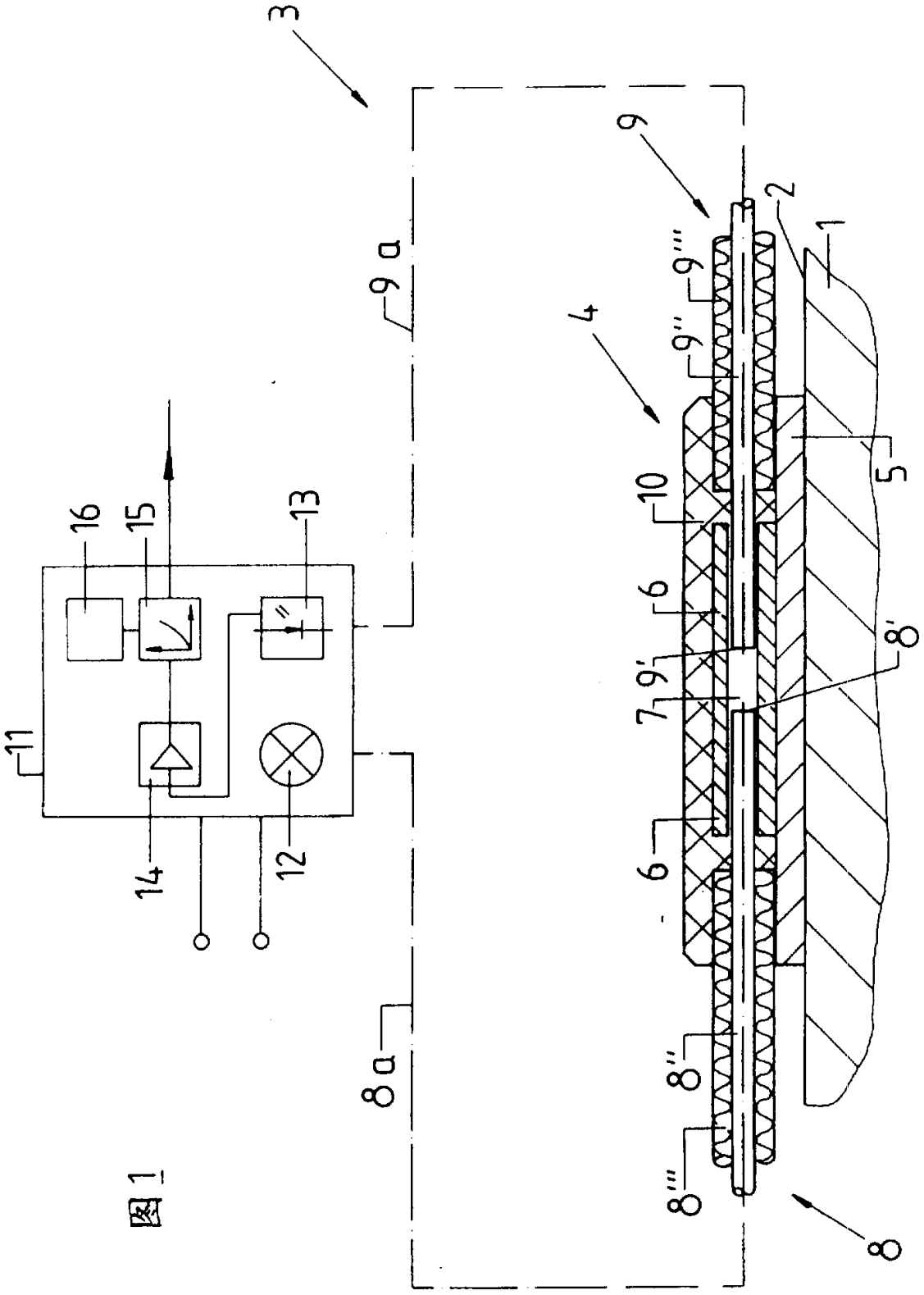


图 1

图2

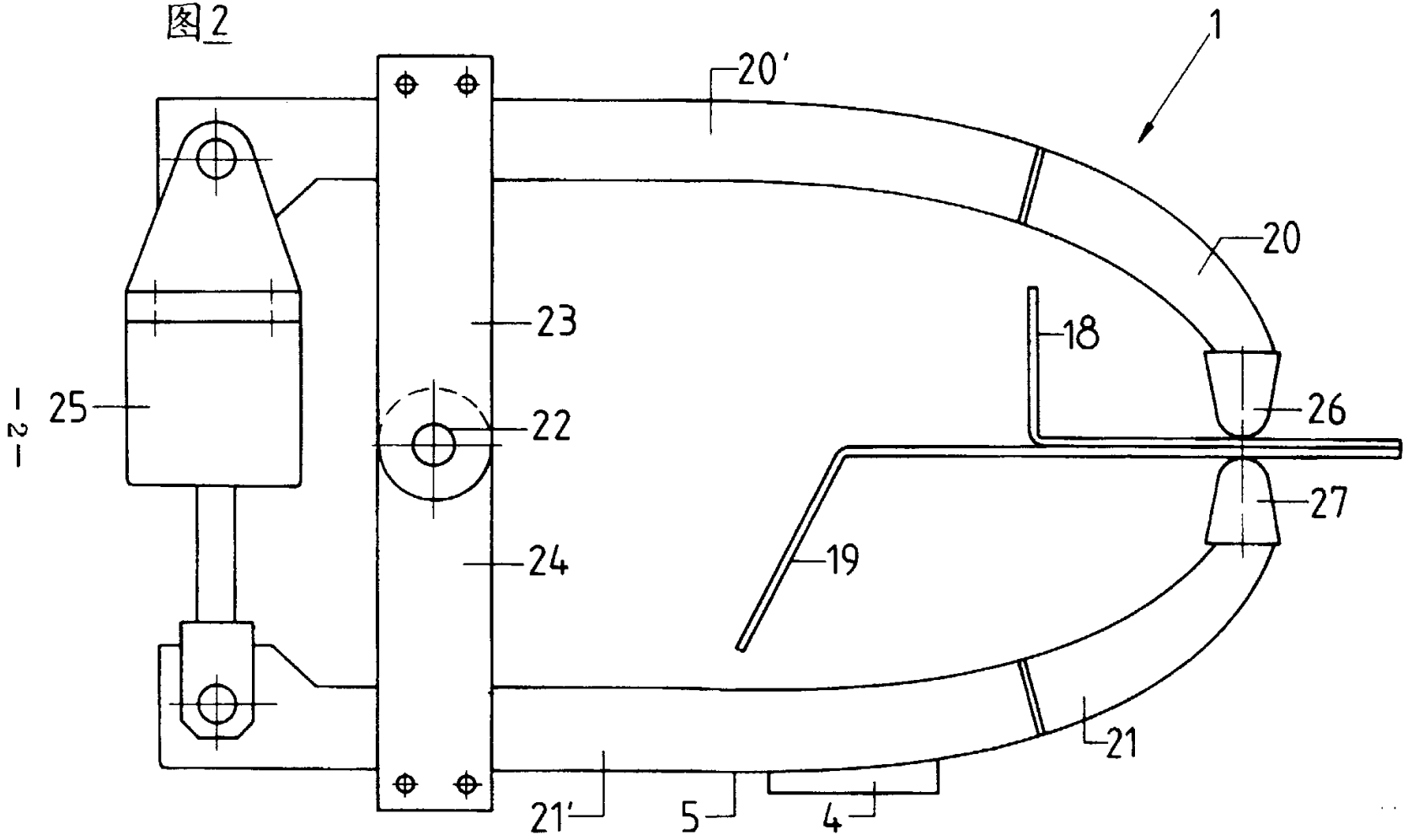
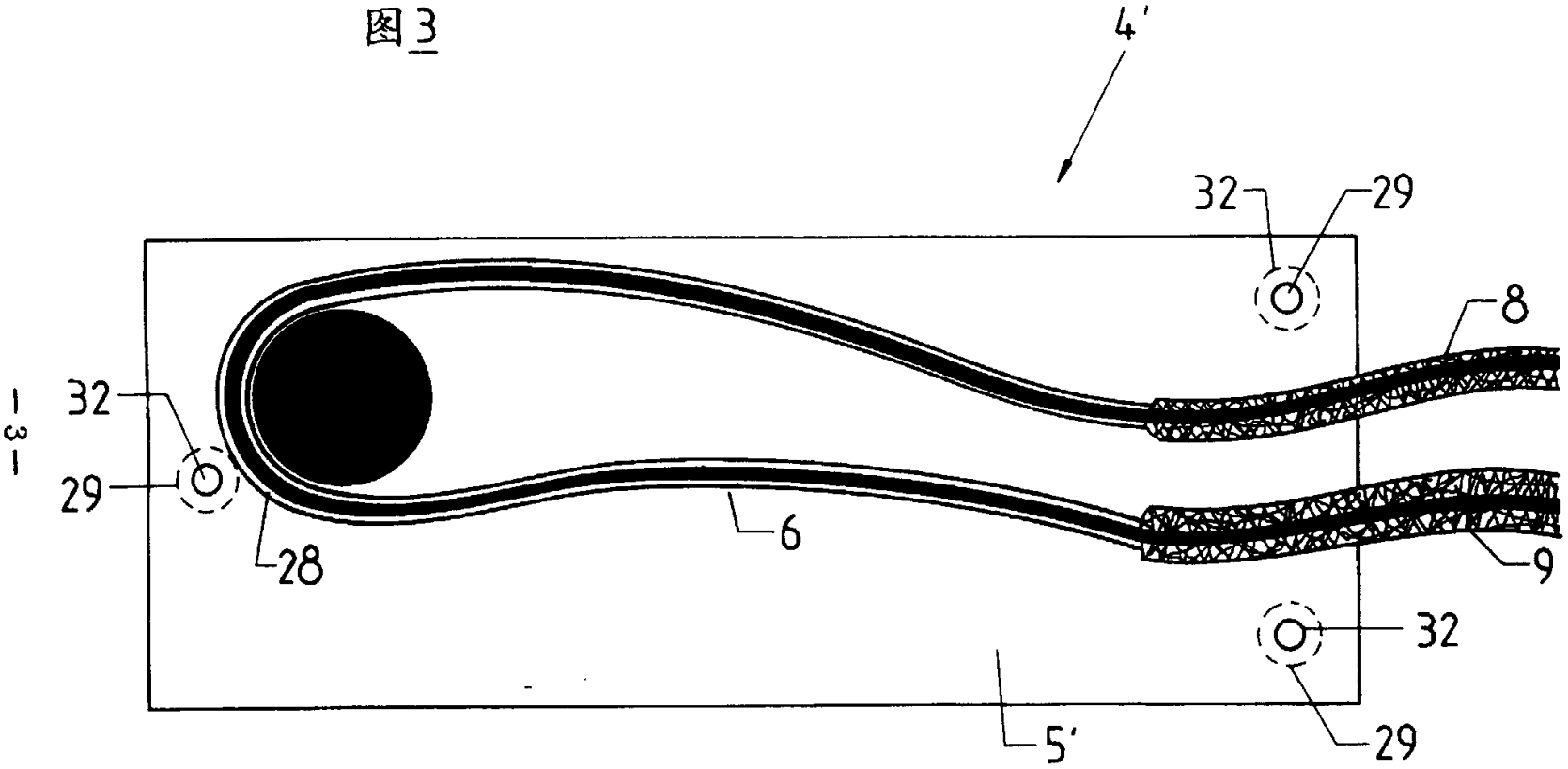


图3



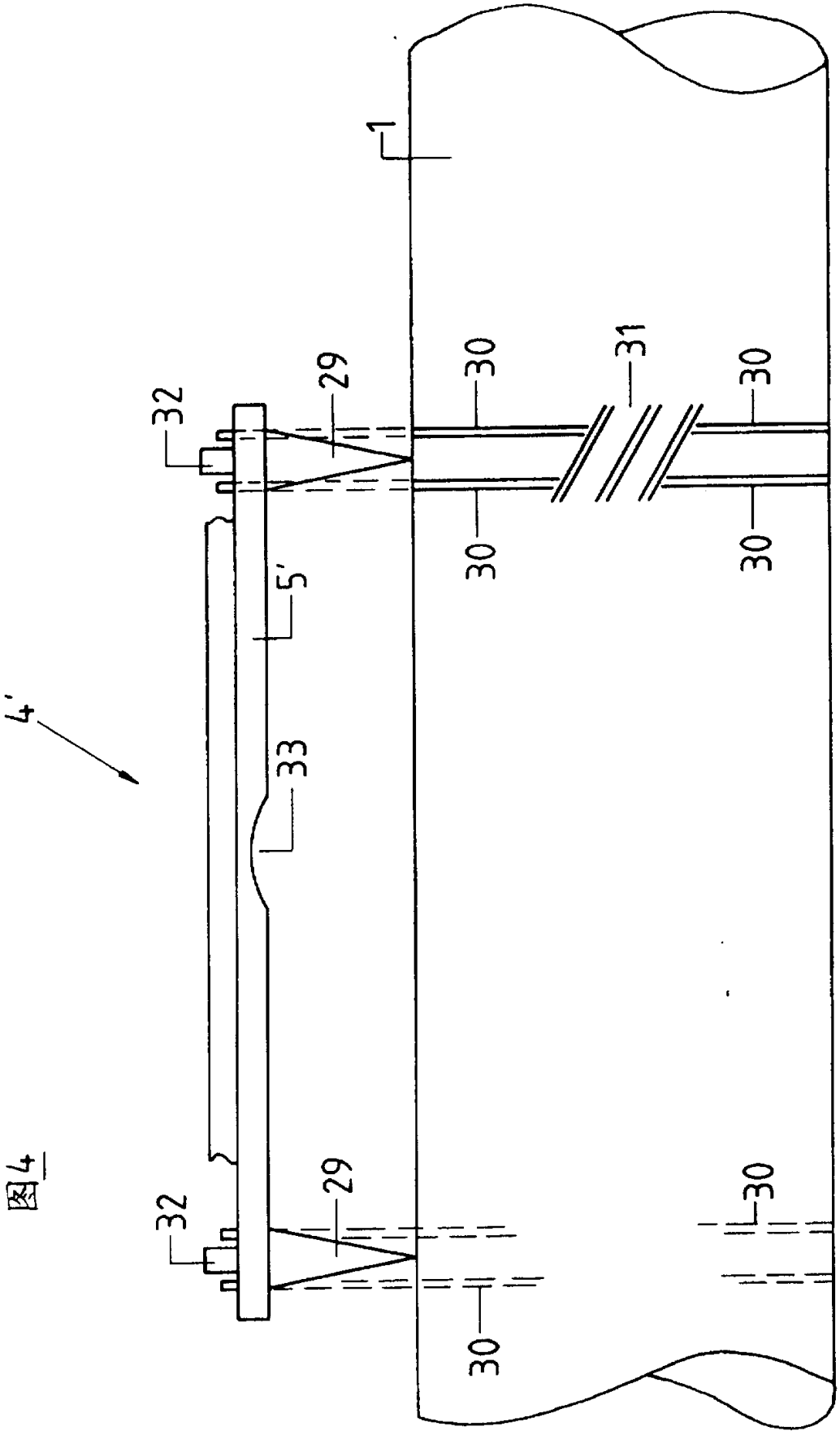


图4

图 5

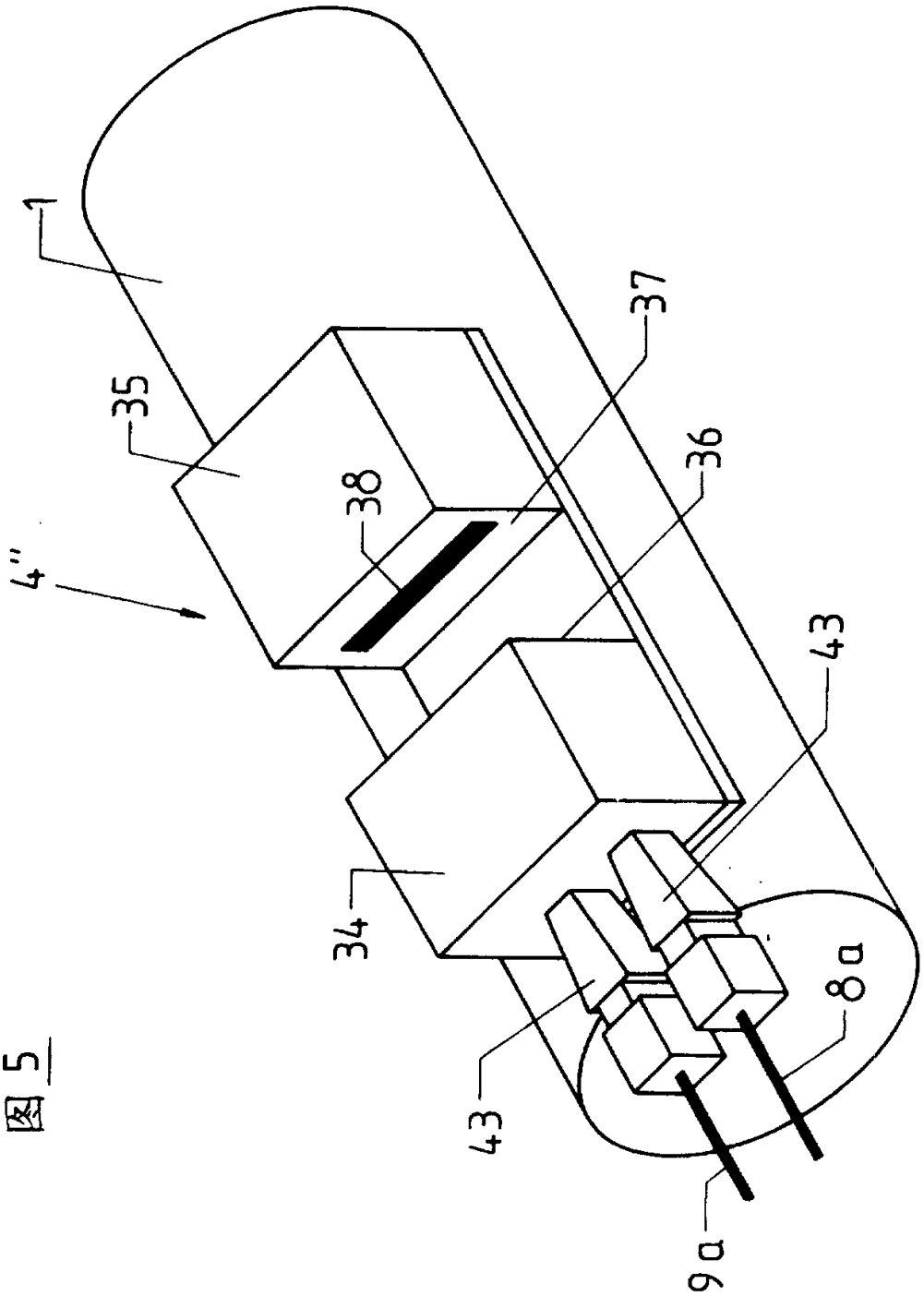


图 6

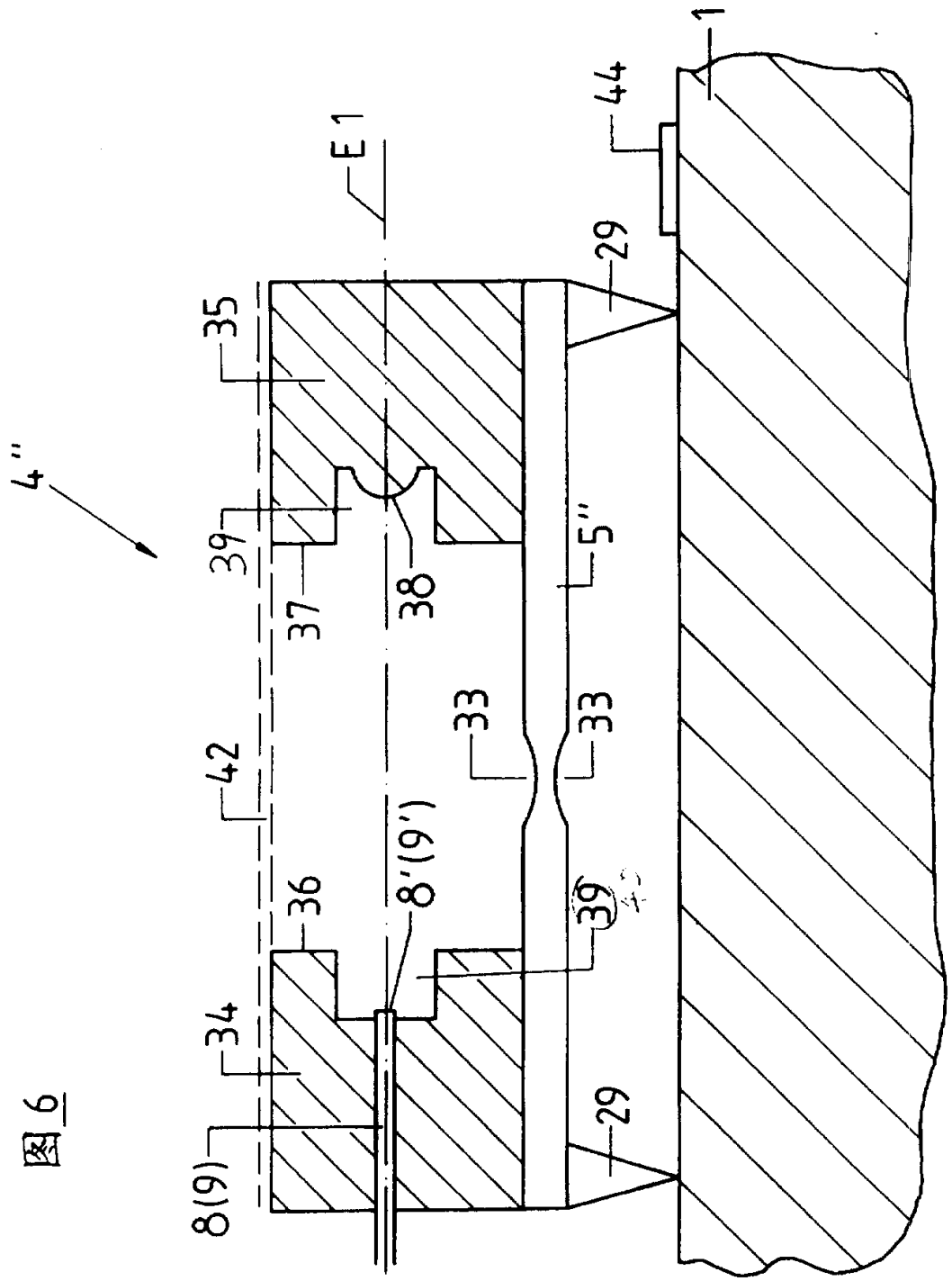


图 7

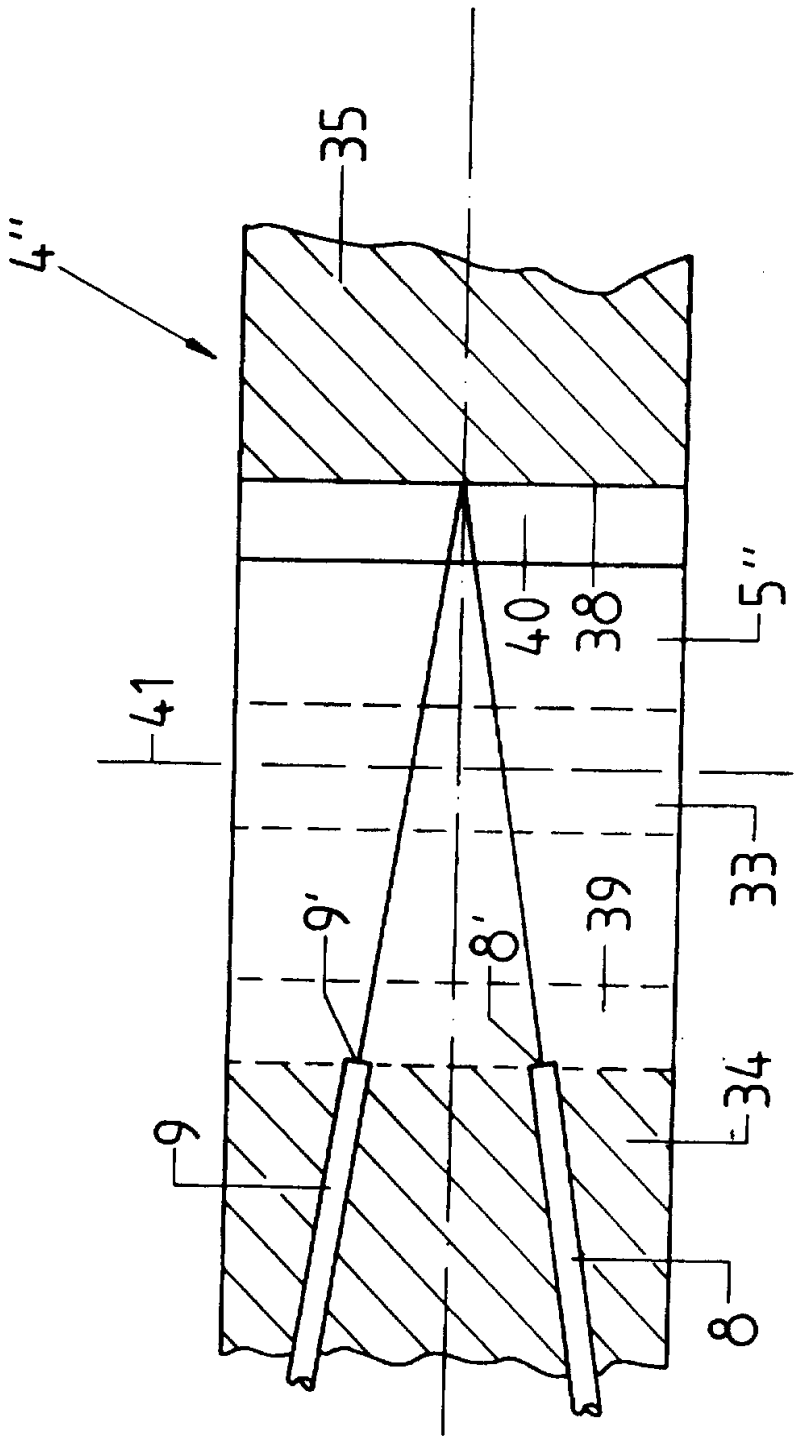


图8

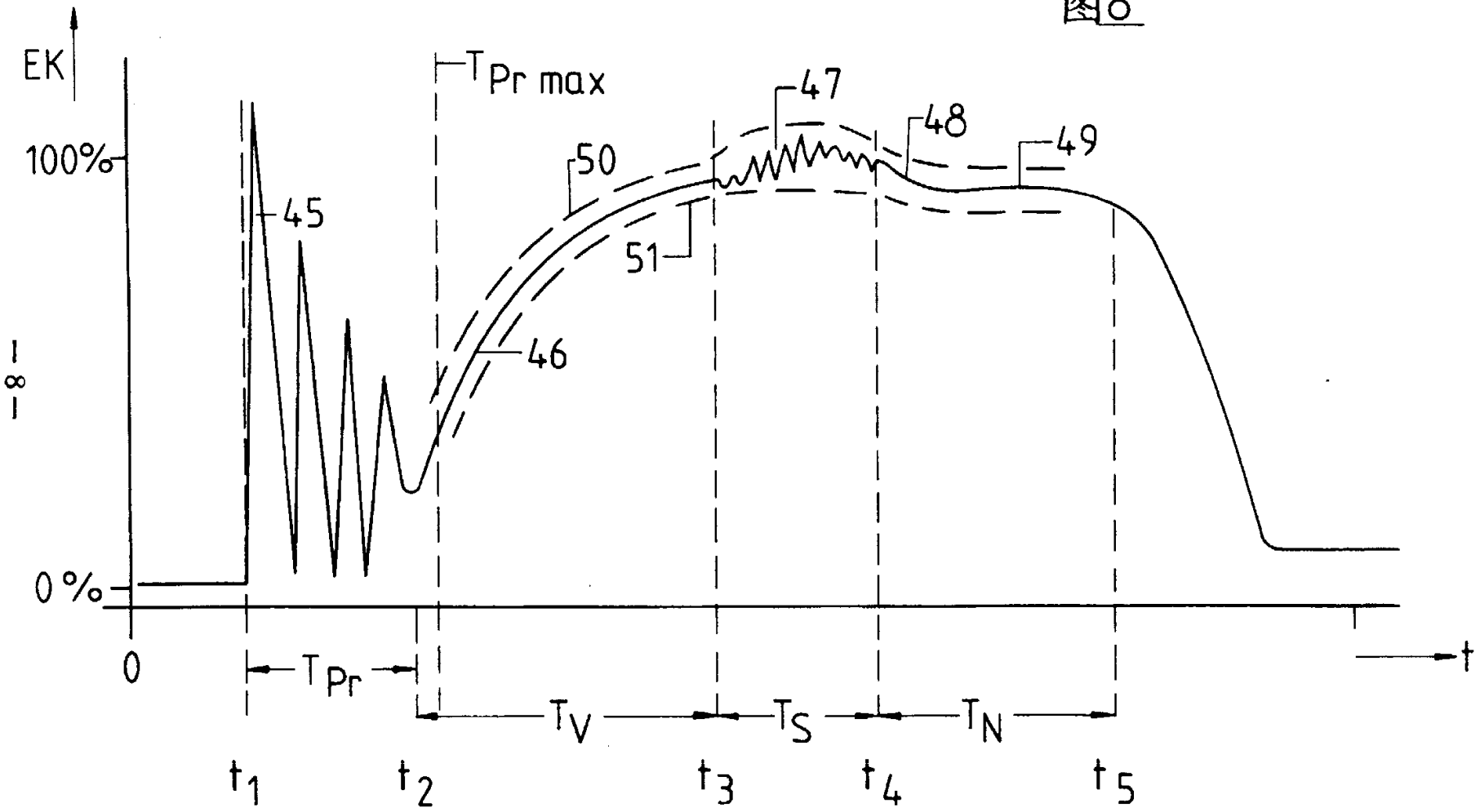
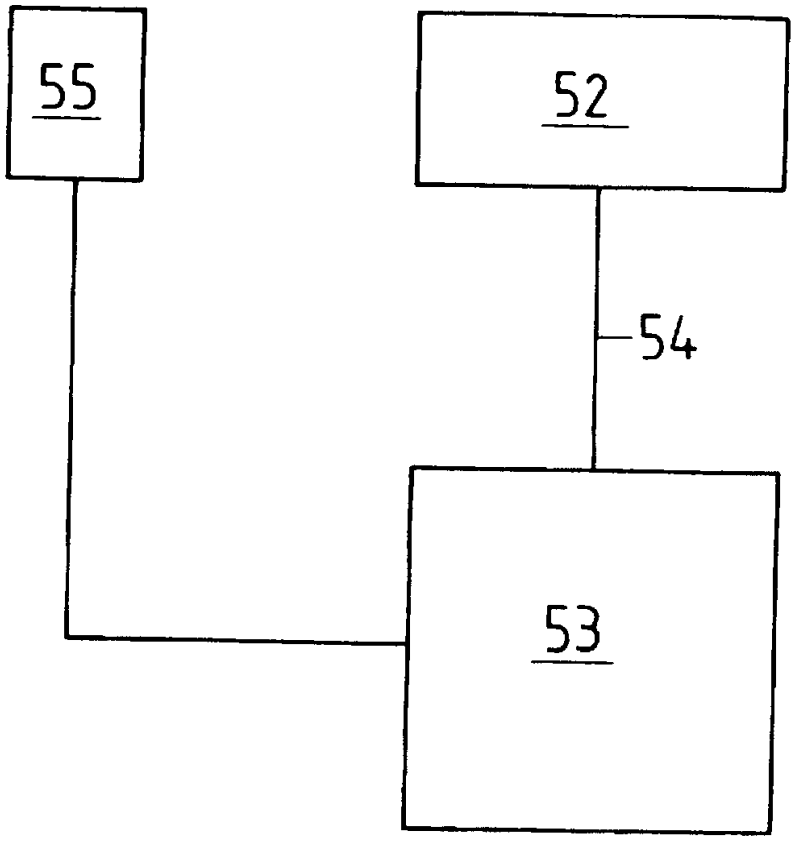


图 9



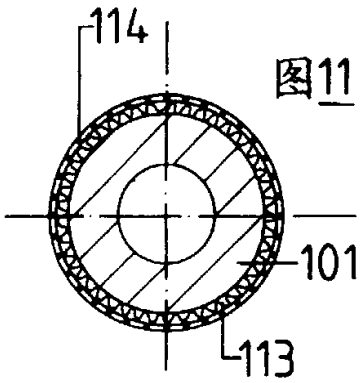

114
101
113

图11

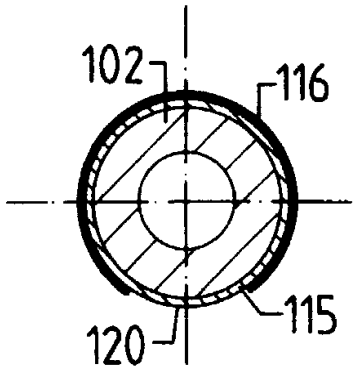

102
116
115
120

图12

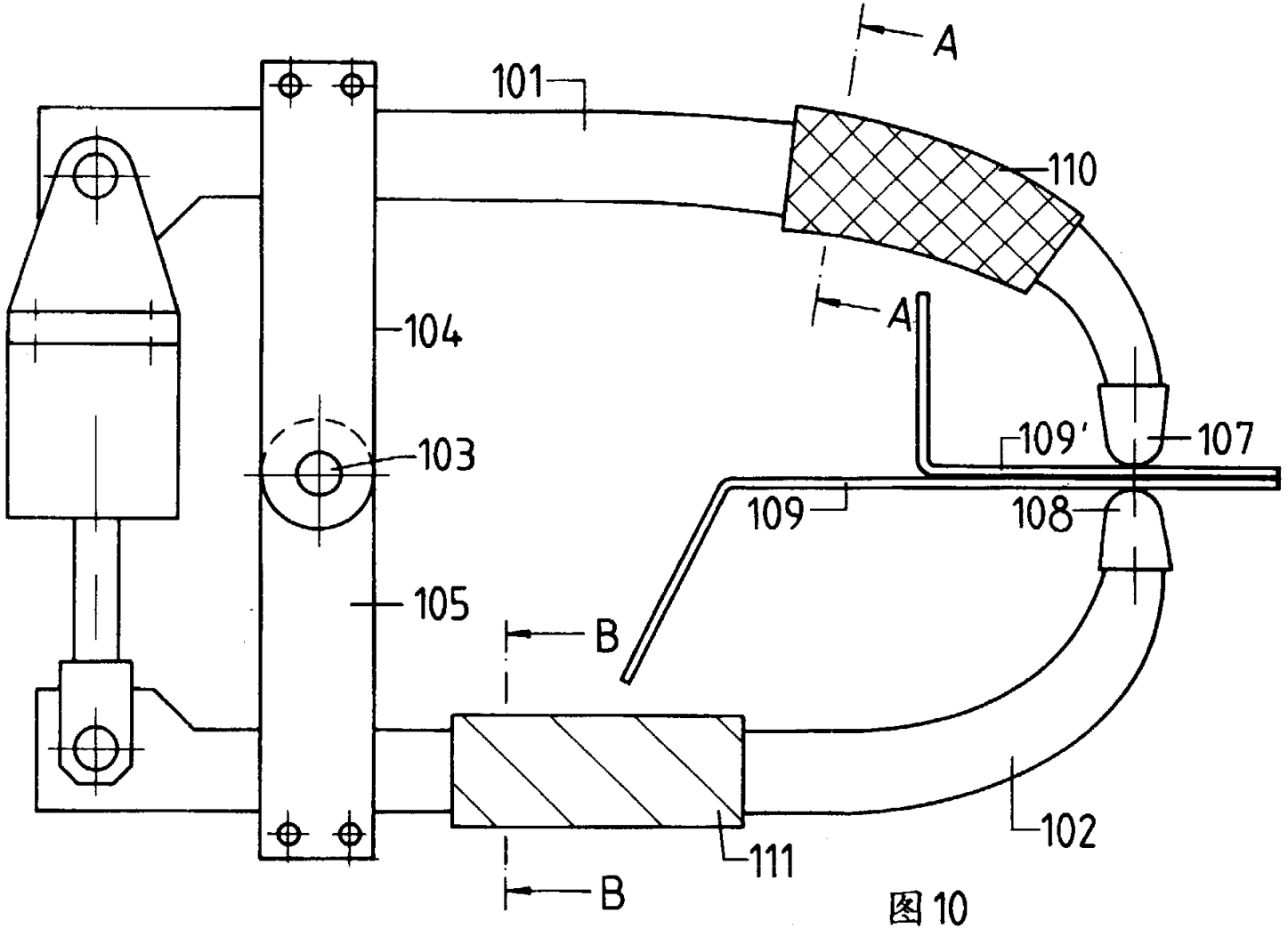

101
A
110
A
104
103
109'
107
109
108
105
B
B
111
102

图10

图13

