

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00806504.7

[43]公开日 2002年5月1日

[11]公开号 CN 1347357A

[22]申请日 2000.2.14 [21]申请号 00806504.7

[30]优先权

[32]1999.2.19 [33]CH [31]315/99

[86]国际申请 PCT/CH00/00082 2000.2.14

[87]国际公布 W000/48779 德 2000.8.24

[85]进入国家阶段日期 2001.10.19

[71]申请人 尤纳克西斯巴尔策斯公司

地址 列支敦士登菲尔斯滕图姆

[72]发明人 J·拉姆 E·贝克

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 苏娟 赵辛

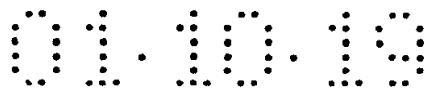
权利要求书2页 说明书15页 附图页数5页

[54]发明名称 制造零部件的方法、这种方法的应用、置于空气中的工件和真空处理箱

[57]摘要

用紧密连接例如结合两种材料相制造零部件。对于至少一种材料相的待连接表面要借助于等离子体活化的含有氮的气体进行预处理。

ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 用在至少两种材料相进行紧密连接用以制造零部件的方法，其中至少有一个为固体相，而且采用这种方法时在紧密连接之前至少要对固体相的待连接表面进行预处理，其特征在于，预处理借助于等
5 离子体活化了的含有氮的气体来进行。

2. 按权利要求 1 所述的方法，其特征在于，预处理借助于一种等
离子体活化了的含有氮的气体来进行。

3. 按权利要求 1 或者 2 所述的方法，其特征在于，等离子体卸荷作
为低压卸荷而产生，最好由一个热离子的发射电子的阴极起。

10 4. 按权利要求 1 至 3 中任意一项所述的方法，其特征在于，借助于
等离子体活化的主要含有氮的气体来进行预处理。

5. 按权利要求 1 至 4 中任意一项所述的方法，其特征在于，借助于
含有一种工作气体、最好是一种惰性气体、尤其优选为氩气、并经等
离子体活化了的的气体来进行预处理。

15 6. 按权利要求 1 至 5 中任意一项所述的方法，其特征在于，至少有一
个待紧密连接的固体表面是金属的和/或半金属的和/或陶瓷的和/或
塑料的。

7. 按权利要求 1 至 6 中任意一项所述的方法，其特征在于，通过粘
接、钎焊、焊接、浇注或者涂层，尤其是真空涂层，或者直接连接来
20 进行紧密连接。

8. 按权利要求 3 所述的方法，其特征在于，低压卸荷在卸荷电压
 $\leq 30V$ ，和最好卸荷电流为 10A 和 300A 之间（含两个极限值）进行。

9. 按权利要求 1 至 8 中任意一项所述的方法，其特征在于，至少使
一个待连接的固体表面在预处理之后，在其紧密连接之前就置于空气
25 里。

10. 按权利要求 1 至 9 中任意一项所述的方法，其特征在于，通过
超声焊接实现紧密连接。

11. 按权利要求 1 至 10 中任意一项所述的方法，其特征在于，将至
少一种固体相在预处理时放在一个夹持装置里，该装置相对于等离
子体卸荷腔来说其通向表面上的穿透部位规定较窄。
30

12. 按权利要求 11 所述的方法，其特征在于，至少有一个固体相是
由一种盘状的或者板状的基质构成，而且夹持装置至少为此要有一个

穿透缝槽。

13.按权利要求 12 所述的方法，其特征在于，一个具有多个穿透缝槽的储料架（12）就用作为夹持装置。

14.按权利要求 1 至 13 中任意一项所述的方法，其特征在于，紧密连接完全是在空气里进行，最好是固体温度最高为 150℃。

15.按权利要求 1 至 14 中任意一项所述的方法应用于集成电路与一个 HLST 的连接，或者用于通过引线焊接使集成电路实现电接触连接，或者用于对与 HLST 相连接的通过引线焊接实现接触连接的电路用浇注材料封装起来。

16.按权利要求 1 至 11 中任意一项所述的方法应用于待倒装连接的和待定位的集成电路以及 HLST，通过熔化电路与 HLST 的钎焊点。

17.按权利要求 1 至 13 中任意一项所述的方法应用于下列情况的工作，就是在工件的难于靠近的表面部位上，尤其是棱边上、通孔里、盲孔里、间隙里、槽里具有待紧密连接的表面。

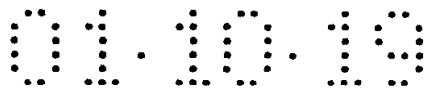
18.按权利要求 1 至 13 中任意一项所述的方法应用于带有铜导体带的芯片。

19.置于空气中的工件，其特征在于，其置于空气中的表面相对于工件的一个直接刚产生的表面具有较高的氮浓度，这可以例如通过“付里叶变换红外分光仪”用“衰减完全反射法”，FTIS-ATR 和/或用“核反应分析法”，NRA 和/或“行程时间辅助离子质量光谱测定法”TO-SIMS 来证明。

20.具有一段等离子体卸荷距离、一个给腔室内进气的装置的真空处理箱，与一个气箱装置以及一个工件夹持装置相连接，其特征在于，气箱装置里有带氮气的一种气体，夹持装置至少包括有一个向着卸荷腔敞开的穿透缝槽，用于盘状的或者板状的工件。

21.按权利要求 20 所述的处理箱，其特征在于，等离子体卸荷距离是一个低压卸荷距离，最好用电子发射的热阴极，而且在气箱里的气体含有氮气和/或工作气体；最好至少含有一种惰性气体，尤其是优选为氮气，此时优选考虑氮具有主要的含量。

22.按权利要求 20 或者 21 所述的箱室，其特征在于，工件夹持装置是一个具有堆叠的穿透缝槽的储料架。



说明书

制造零部件的方法、这种方法的应用、 置于空气中的工件和真空处理箱

5 本发明涉及按权利要求 1 的前序所述的一种制造零部件的方法，按权利要求 15 至 18 所述的这种方法的应用、按权利要求 19 所述的一种置于空气中的工件以及按权利要求 20 所述的一种真空处理箱。

定义

10 所谓紧密连接法是指那些连接（焊接、钎焊）、粘接、浇注以及涂层，尤其是真空涂层法，无论是这种 PVD（等离子体气相沉积）或者 CDV（化学气相沉积）或者由此导出的方法，其它还有所谓的“直接连接”，此处是将清洗良好的表面直接经由原子间的力进行连接，例如当进行直接的薄片连接时将硅（Si）连到 Si 上，使 Si 连到 SiO₂（二氧化硅）上就用这种连接方法，此外当连接金属表面与金属表面或者连接金属表面与 Si 表面时，例如铜-硅（Cu-Si）或金-硅（Au-Si）时采用。对于这些连接方法来说总是至少有一个要紧密连接的表面是固体表面。

在本发明中特别提到了：

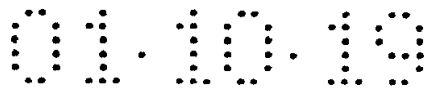
20 ●金属表面，尤其是由铜（Cu）、镍（Ni）、银（Ag）、金（Au）、钯（Pd）、铅（Pb）、锡（Sn）、铟（In）制成的表面，或至少具有上述一种金属的合金的表面；

●半金属的表面，尤其是由硅（Si）、锗（Ge）、硼（B）、碳（C）、砷化镓（GaAs）、氮化镓（GaN）、碳化硅（SiC）、氧化锌（ZnO）或者由至少具有上述一种半金属的材料所组成的表面；

25 ●陶瓷表面，尤其是由石英、铝氧化物、铝氮化物、锆氧化物、硼氮化物、金刚石、硅氮化物所组成的；

●塑料表面，环氧基或酯基的、聚酰亚胺、聚氯乙烯、聚乙烯、聚苯乙烯、多元醇甲基丙烯酸酯、聚酰胺、聚胺酯、酚醛塑料、酚醛树脂、硅氧烷、聚四氟乙烯，

30 ●尤其是那些材料，如比较典型的是在半导体封装过程中所用的材料，也就是硬化的环氧树脂、由环氧（环氧基的薄片基底）组成的 HLST 材料（半导体-系统-载体）、钎焊抗剂、光刻胶等。



重要的是这些要进行紧密连接的表面可以分段不同地由各种不同的上述的材料组成。在大多数情况下紧密连接的能量输入采用了加热方式，例如借助于已加热的工具，将焦耳热量、UV-（紫外线）射线，或者最好通过超声传至待连接的表面，或者通过粘接时以及必要时也有在浇注时的反应能。

本发明尤其比较有利地应用在集成电路封装时。从这意义上看其主要应用范围是在半导体工业领域内。当然本发明也可以应用在其它技术工艺范围内，一般来说是在所有的按照本发明的制造方法在制成一种紧密的连接之前必须使至少一种固体表面上去除有机的或者有机的/氧化的污染连接的这样工艺范围内。

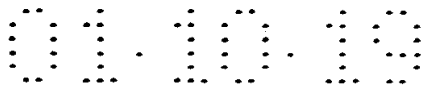
虽然上面已经对于本发明来说已知是适合的表面材料进行了定义，但必须注意到，如果尤其是要考虑通过涂层方法实现紧密连接的话，那么也可以按本发明来处理其它的材料表面，例如金属钛（Ti）、钽（Ta）、锆（Zr）、Hf 之中一种的氧化物、氮化物、碳化物、氮氧化物、碳氧化物、碳氮化物、碳氧氮化物。

如上所述，按本发明的方法尤其也适合于由不同种类材料组成的固体表面，尤其是具有不同材料的那些部位。这种多种材料表面的可紧密连接性尤其提出了一些困难的问题。

当集成电路进行所谓封装时，这是作为本发明的一种优选的使用领域，它有多个不同的工序，其中就包括了上述意义的表面的紧密连接：

1. 将这些单个的集成电路从一个硅薄片上切下来，置放在半导体系统载体（HLST）上并与此载体连接（所谓的“染色连接”）。待连接的 HLST 表面通常是用铜或镍，银或者金以及/或者用一种环氧基的材料，如上所述通常用一种塑料制成。这种 HLST 的例子是冲裁下的或蚀刻过的金属焊接框架、陶瓷基底或者塑料制的 BGA（球-格阵列）基底载体，或者印刷电路板 PCB（印刷电路板）。连接方法使用了硬钎焊、软钎焊和粘接。在倒装式焊接过程中借助于几何形状分隔开的钎焊球使集成电路放在一个 HLST 上，这些球同时用作为 I/O 触点。

2. 具有接触支点的集成电路在 HLST 上，例如在“焊接框架”上的连接：所参与的表面为金属的，如由铝（Al）、金（Au）、铜（Cu）、镍（Ni）、Pd（钯）、银（Ag）、铅（Pb）、锡（Sn）或这些金属的



合金组成。此处所使用的连接技术主要是钎焊或者焊接，而且尤其是灭熔剂钎焊或者超声焊接。这种步骤作为“引线焊接”则是众所周知的。

5 3.浇注（“模塑”）：采用这种方法步骤时则按照“引线焊接”用一种浇注材料将开关电路浇注到 HLST 上，例如“焊接框架”上，其中关于浇注材料，则上述的 HLST 表面和集成电路都参与了。

10 由 EP-0371693 已知在一种制造方法的范围内有一种清洗方法，在此方法里这些随后按上述方式单独由输入能量给待连接的表面在一种含有氢气的真空气氛里进行一种微波-等离子体卸荷。然后在不中断真空的情况下借助于等离子体卸荷使规定的钎焊层熔化以使表面连接。因而只有通过避免接触空气才阻止生成受污染表面，而这种表面的生成会对随后的连接过程很容易产生干扰。

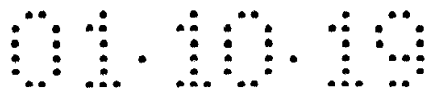
由 US 5 409 543 还已知，采用活化的氢气用于为一个钎焊过程作好准备。因此将氧化层去掉使钎焊过程直接达到金属表面上。

15 由 EP-A-0 427 020 还获知，借助于一种高频等离子预处理方法采用一种过程气体将待连接件的钝化层和氧化层清洗掉，也就是说去除。作为过程气体使用了由 O_2 、 H_2 、 Cl_2 、 N_2O 、 N_2 、 CF_4 等气体以及其中组成的混合气体。而所述的氧化层清洗并不是如在 US-A-5 409 543 时直接在钎焊过程之前就进行的，因而连接件就置于保护性中间存
20 储器里，为此要有适合的容器在保护气体下用于阻止污染。

在上述三种封装步骤里，在这期间已经采用了两种等离子体处理步骤。这首先是用于由塑料制成的基底载体材料（“塑料球格阵列-PBGA”）。在“引线焊接”（步骤 2）之前的等离子体处理用来清洗在芯片上的金属接触支点（“接触点”）的表面，通常是由铝制的，
25 以清洗在系统载体（HLST）上的通常由金制成的接触支点，以便保证与连接线（通常是金线）的电接触。这些接触支点的最重要的污染源是一个前置的处理过程（“处置”），这种处理过程是用于使上述步骤里所用的环氧粘接剂进行硬化的。

30 第二种等离子体处理大多数是在“引线焊接”（步骤 2）之后，在“浇注”过程（步骤 3）之前进行。其目的在于改善浇注材料的粘着。

上述两种等离子体处理步骤通常在真空中、在等离子气体激发下进行。此处大多采用了一种高频的、微波的或者 ECR（电化学反应的）



等离子体。等离子体表面的相互作用以及与此相关的清洗过程或者表面改性都是通过喷涂和/或与等离子体激发的气体的化学反应来进行的。对于在非活性气氛里的喷涂大多只采用了氩，并且充分利用了浮动的待清洗基质层的自偏置电位，以加速使氩离子向着基质层，并且实现所希望的去除表面材料的清洗效果。在等离子体化学去除表面材料时就使反应气体（例如氧气）激发，离解或电离，然后与表面污染物（例如碳）进入反应，并经泵送系统将气体状的反应物（如 CO_2 ）排出。

由本发明的申请人另外申请的 WO 97/39472 已知，已经有一种非常有利的处理方法如同上述等离子体处理方法那样在应用。这种方法优先地在等离子体卸荷时将氩激发，然后去除表面的碳（例如通过 CH_4 ），但同时也减少了参与表面上的氧化物，相关地产生了 H_2O 气体。此处避免了用喷涂，这种喷涂随之会出现再污染，而且所述的方法也可以没有限制地应用于金属的基质载体材料或者银接触表面上，而这些材料或表面在具有激发氧的大气里，尤其是在一种含氧的等离子体里就会强烈地氧化。这样就会导致损伤“引线焊接能力”或者“浇注能力”（见上面，步骤 2 和 3）。如果考虑应用于芯片的铜金属化，那么这也是特别重要的。上述方法的一个很重要的特性还在于，通过氩等离子体使这些表面金属纯化达到对工艺足够的时间，并且在进入上述意义上的紧密连接之前就存储在空气里。

上述方法的缺点是：过程窗，也就是说各个过程参数的范围在一定程度上还取决于待处理的、随后要紧密连接表面的材料。因而例如这些基质载体材料（条带）通常就在储料架里进行等离子体处理。这些储料架具有开槽，以便使等离子体内激发的气体能够穿过开槽一直进入到这些要处理的基质表面，而且能使清洗时的挥发性反应物容易地离开储料架并排出。尤其是在 PBGA（“塑料的球格阵列”）条带的情况下，基质表面总是由许多种不同的材料组成。此外“焊接保护膜”是一种长链的有机化合物，芯片的表面例如由聚酰亚胺或者硅氮化物组成，而金属化部分大多用铝或金制作。同时永远不能够排除会在“焊接保护膜”的表面上停留有其它有机污染物，它们来自于前面的在条带上的过程，例如清洗阶段，在“处理过程”中当环氧树脂硬化时沉淀下的或者是由于在“焊接保护膜”上有目的地表面处理而引

起的，进行这些处理就是为了例如改善与浇注材料的可湿润性。或许
 此处存在有易挥发的化合物，它们尤其是在开始上述等离子体处理时就
 挥发掉了。这就尤其是在所述的储料架里（一般是在小腔室里）导致
 局部较高的压力，其中由于这种局部的压力移动可能使化学平衡发生
 5 这样的变化，以至于使活性的氢在上述过程里不再去除掉碳氢化合
 物，而是促进了聚合作用。这种重新覆盖的后果可以是多种多样的。
 例如在接触支点上降低了关系到所获得的破断力（拉伸强度）的“引
 线焊接能力”，或者要求长得多的处理时间，以便在最佳压力时以及
 必要时在较高温度时重新去除沉淀出的薄层。由于如上所述在待处理
 10 表面上的材料是多种多样的，例如加长的处理时间或者强化的等离子
 体处理虽然较好地处理了一种表面，例如金属面，但同时也使其它的
 面如“焊接保护膜”或者纯化层发生了变化，从而使随后待敷的浇注
 材料的粘附性发生恶化（见试验Ⅱ的讨论）。

本发明的任务就是提出一种用于制造开始所述这类的零部件的方
 15 法，其中过程窗、尤其是预处理过程窗，尤其是它与各种不同的表面
 材料的关联性，还有与过程参数、尤其与参数“压力”和“温度”的
 关联性被拓宽了。换言之，按本发明建议的方法在扩展的参数范围如
 压力范围和/或温度范围下，在上述多种多样材料的情况下对于由此形
 成的紧密连接的质量，应该可以得到均匀的令人满意的结果。

20 由于以上所述加大了过程窗就保证了即使在多种多样材料表面上
 也改善了处理效果分布的均匀化。

如上所述即使对于储料架里的基质或者具有窄的几何结构（间
 隙、孔）的基质尤其应该确保这些结果。由于在基质表面上的等离子
 体化学反应也与基质温度有关，而且特别是在储料架里以及在膨胀了
 25 的基质上进行等离子体处理时会产生较大的温度梯度，因此上述的过
 程窗的加大也加强了均匀性。

因此，保持均匀的表面处理，包括间隙表面、孔表面、沟槽表面
 等等都应该可以在基质自身上实现。

此外应该阻止由于沉淀或者聚合作用使已处理过的表面重新被覆
 30 盖，这种方法应该是经济的，而且不需要使用易爆炸的和/或危害环境
 的气体。另一方面保持上面最后所述的按 WO 97/39427 所公布的优
 点，尤其是它的保存特性。

关于这方面作如下定义：

●钝化作用或者形成保护膜：参见 Römpps 化学词典，（法兰克希出版社，斯图加特，第 8 版，3005 页）是指固体表面的一种化合的保护涂层。这种清洁的固体表面受到保护，防止大气中空气的影响。这是例如通过形成一种氧化物层或者氮化物层而实现的。这样一个薄层必须首先通过专门为之所施加的能量剥离掉以便生成一种上述类型的紧密连接，例如通过施加比真正的连接过程所需的更高的温度，或者化学的方法，例如通过使用助熔剂。

●在上述的钝化作用的防护之间存在着基本的区别，所谓防护就是尤其不需要通过化合时附加的能量来分离开薄层。这种防护已知与按 WO 97/39472 所述的发明相关联，关于其中的详细情况参阅这些步骤，而且此处被解释作为本说明书的组成成分。

上述问题是通过开头所述种类的方法来解决的而且是按权利要求 1 所述特征来实现的。因而借助了含有氮的等离子体活化了的气体进行预处理。

此外，在按本发明的制造方法的一种优选实施形式中，等离子体活化的气体也包含氮。

虽然完全可能在许多已知的等离子体卸荷方式里使用任意一种方式，用以使上述气体等离子体活化，但在一种特别优选的实施形式里是以低压卸荷产生了所述的等离子体卸荷，优先考虑具有一个热离子阴极。

另外等离子体活化的气体优选含有一种工作气体，此处优选考虑是一种惰性气体，尤其是氮气。

虽然所述的等离子体活化的气体除了包含有氮气外还有其它气体成分，尤其是氢和/或一种工作气体，但是优选的方式是主要含有氮气，除了必要情况下规定的工作气体外全是氮气。

待紧密连接的这些固体表面是金属的和/或半金属的和/或陶瓷的和/或由塑料尤其是按照开头所述的各种优选的材料制成的。对于所述固体表面来说尤其优先考虑的是具有不同材料的部位的表面，尤其是

对于按本发明的制造方法来说这种紧密连接优选通过粘接、钎焊、焊接、浇注或涂层，此处尤其是通过真空涂层来进行，或者通过

所谓的“直接连接”。

所述的优选采用的低压卸荷还最好选用卸荷电压 $\leq 30V$ ，并优选卸荷电流在 10A 和 300A 之间，其中包括两个极限值，尤其在 40A 至 70A 进行。

5 在本发明方法的一种特别优选的实施形式中，至少有一个随后要紧密连接的固体表面在所述的预处理之后以及在紧密连接之前接触空气，从几天到几周。

因此就可能不需要直接在所述表面预处理之后就进行继续加工处理，而且不一定要在相同的地点：结果是在实现本发明的方法时这种
10 节律和处理位置就有很大的灵活性，而不需要采取附加的费事的保持清洁的预防措施，例如在保护气体下储存。

在按本发明方法的一种特别优选的实施形式中至少有一种固体在预处理时存放在一个夹持装置里，该装置相对于等离子体卸荷腔规定了至所述表面的更窄的穿透部位。在大多数情况下此处至少有一种
15 固体相由一种圆盘状的或者板状的基质构成，而且用至少一种穿透缝槽来构成此夹持装置。

这里夹持装置最好有多个上述的穿透缝槽并构成了真正的储室。

本发明方法的优选的应用在于连接集成电路与 HLST 或者通过“引线焊接”使集成电路实现电接触连接，或者用于以浇注材料对与
20 HLST 连接的通过“引线焊接”接触连接的电路进行包封。

另一种优选的应用是要倒装连接的以及要定位的集成电路。一方面可以清洗去钎焊点上的氧化物并同时使之钝化，另一方面在等离子体处理之后使所谓的“未充满物”（充入在芯片和芯片载体之间并且用于吸收机械应力的一种浇注材料）实现较好的润湿。

25 另外本发明的方法也优选用于在权利要求 17 中所详细说明的种类的工件。按本发明的方法也特别适合于具有铜导体带的芯片，按权利要求 18 所述。

一种按本发明等离子体处理过的并置于空气里的工件的特征在于，所述的暴露于空气中的表面相对于一个直接产生的因此来置于空气里的工件表面具有较高的氮浓度，这例如可以通过“付里叶变换红外分光仪”用“衰减的完全反射法”，FTIS-ATR 和/或用“核反应分析法”，NRA 或者用“行程时间辅助离子质量光谱测定法”，TOF-

SIMS 来证明。由于在按本发明的预处理中指出了氮浓度较高，因此可以将按照本发明置于空气中的工件直接用于紧密连接而不必按上所述进行其它的预处理。在本发明方法的另一种优选的实施形式中可以通过空气中的热作用进行紧密连接，最好在固体温度最高为 150℃ 时。

5 一种按本发明的真空处理腔室的特点为按权利要求 20 所述，具有按权利要求 21 和 22 所述的实施形式。

总结起来可以说，按本发明所清楚了解并充分利用的氮的作用是令人惊喜的，正好也考虑了有关学说〈见 J.L.Vossen 等“薄膜法”，ACADEMIC PRESS, INC.1978〉，按照此，N₂ 等离子体并不去除聚
10 合物表面。

接着举例地按附图和实例对本发明进行说明。图中所示为：

图 1：一种按本发明的设备结构草图，该设备用于所说明的试验，

图 2：实现软钎焊连接的铜表面（“焊接框架”）的奥氏（Auger）谱，

15 图 3：“引线焊接”-连接处的拉伸载荷或者破断力 F_p 的定义，草图；

图 4：拉伸可加载性试验结果（“拉伸强度”），如图 3 所示那样进行，具有氮-氮等离子体处理(a)，氮等离子体处理(b)，在 Ar/N₂/H₂-等离子体内的处理(c)，在 Ar/N₂-等离子体内的处理(d)；

20 图 5：根据时间/拉伸强度曲线表示按本发明采用的等离子处理的长时间效果或者在按本发明的工件上实现的紧密连接的拉伸强度；

图 6：与图 4 所示类似，是其它拉伸强度试验的结果；

图 7：横断面草图，同样适合于使用按本发明的方法的基质底上的表面部位。

25 如上所述，按本发明的制造方法，用于激发气体的等离子体卸荷优选考虑设计为低压电弧卸荷。优选使用的设备是已知的，例如由以下：

DE - OS 4310941，对应于 US - 5 384 018

DE - 40 29 270，对应于 EP - 478 909 或者 DE - 40 29 268，对应
30 于 US - 5 336 326

EP - 510 340，对应于 US - 5 308 950

这些只是举例所述的文字指出了在使用低压电弧卸荷时用于工件

的所有处理腔室。有关这种处理腔室的设计这些文字构成本说明书的集成综合的部分。

图 1 表示了按照本发明使用的一种优选的设备。在阴极腔室 1 内绝缘装了一个热离子阴极 3。阴极腔室 1 的部分 17 围绕一个隔板孔 9。阴极腔室 1 经由绝缘座 22 装在处理腔室 11 的壁上。周围有一个护罩 20，它既相对于阴极腔室 1 也相对于处理腔室 11 电位浮动地工作，部分 17 在暗腔室距离 d 上，直到直接达到隔板孔 9 的部位，借助于电源 24 用加电流 I_H 使热离子阴极工作，并且经由一个电压电源 26 和整体来说一个单元 28 传导至至少阴极腔室壁的一部分上，最好是到阴极腔室壁自身上。单元 28 的作用为限制电流并且引起电压降 u ，它是流过此单元的电流 i 的函数。如虚线所示，它可以通过一个电流控制的电压电源来实现，但最好通过一个被动的开关元件，此处尤其是通过一个阻抗元件 30 来实现。

电压电源 26 的正极可以加在一个参照电位上，无论是接地，还是另一个规定的电位，或者可以无电位工作，如同通过选择开关 32 纯草图所示的那样。同样，由于与阴极腔室 1 是电绝缘的，如用选择开关 34 纯草图所示那样，处理腔室 11 在接地电位上，在一个参照电位上或者必要时甚至电位浮动地工作。处理腔室内腔 36 或者至少其中的部分可以接通作为阳极，这是相对于热离子阴极 3 来说的，但最好有一个单独的阳极 38，如虚线所示，该阳极经由电压电源 40 相对于热离子阴极 3 作为正极连接。此处最好将阳极 38 应用作为草图所示工件 W 的工件支座。经过输气管 41 将工作气体（例如并且最好为氩）输送给阴极腔室。经过另一根草图所示的输气管 43，如用选择开关 35 简单表示那样，根据电位布置，腔室 11 可以接到电位上，含有氦气的气体 $G(X、Y、N_2)$ ，最好是氦气，由一个气箱装置 50 供给。气体 G 经过一个图示的阀门 52 输入。

尤其在本发明方法作为工业性应用时，将一个储料架 51 用作为工件支座 51，它具有图 1 所示的按本发明的处理腔室。其中堆放了许多待处理的基质，仅是通过前面的和/或背面的基质片的插入槽以及附加的加进储料架壁的穿透缝槽 51a 与腔室里的作用腔 P 相连接。相对于基质片表面与作用腔 P 之间保留的联系孔（贯通缝槽）的几何尺寸比 H 可能大大小于保持在腔室里的等离子体卸荷的暗腔距离。按本发明

所采用的表面处理通过由卸荷而激发的含氮气体而实现，这种气体通过所述的孔或缝槽而进入储料架里。

5 此处已经看出，按本发明所使用的处理方法因此也适合于在工件或基质片上对于难靠近的表面部位进行清洗，例如在棱边处，在孔、盲孔、槽等等处，随后使这些表面部位进行紧密连接。图 7 示出了这些表面部位。

10 设有一个泵站 42，以便使腔室 11 和必要时使阴极腔室 1 抽空，其中如图所示，还可以附加设一个泵站 42a，以使阴极腔室分别抽空。带有隔板孔 9 的隔板装置的作用就是作为在阴极腔室 1 的压力和处理腔室 11 里的压力之间的压力分级。

15 阴极腔室 1 的壁构成了触发电极：为触发低压卸荷，用加热电流 I_H 加热热离子阴极 3 使电子发射，并将氦气注入阴极腔室内。由于在阴极腔室 1 的壁和阴极 3 之间的距离关系就通对使后者加上电位就触发了卸荷，接着就是电流 i 流过单元 28，尤其是阻抗 30。因此阴极腔室壁 17 的以前位于触发值上的电位 ϕ_z 就降低，对此在工作时腔室 1 的壁只是以可忽略的程度起阳极的作用，而且初次卸荷则通过具有孔 9 的隔板装置被拉到处理腔室侧的阳极 38 上。

用如图 1 所示的腔室已对待连接的工件的表面进行了处理。例如可以是：

- 20
- 软钎焊的金属铝框架，例如由 Cu，，镀镍的 Cu，镀银的 Cu，
 - 有机的 HLST-材料，如 BGA（“球格阵列”）和 MCM（“多芯片模块”），例如环氧基的或者酯基的，以及 PCB（“印刷电路板”），
 - 金属的 QFP（“方形扁平封装 quad flat packs”），例如由 Cu，镀银的 Cu、镀钯的 Cu 制成，
- 25
- 用于有机的 HLST 材料和 QFP 的导体带的金属化，例如由镀银的 Cu、镀金的 Cu，金制成，
 - 倒装式（Flip Chip）设计的半导体基质载体具有钎焊点，例如由 AgSn, PbSn, PbSnAg, PbInAg 制成，
 - 陶瓷基的 HLST 材料，例如铝氧化物，
- 30
- 芯片的表面保护层，尤其是由硅氮化物、硅氮氧化物、聚酰亚胺制成，
 - 直接连接的 Si-Si 薄片。

处理说明：

曾用于将要说明的试验、按图 1 所示的处理腔室的容积 $V \cong 150$ 升。

上述种类的工件被放入腔室内，操作如下：

1. 排空到基础压力大约 10^{-5} m bar (毫巴)；

5 2. 用 I_H 大约 190A 激活阴极 3；

2.1 氩/氩等离子体 (参照试验)

卸荷电流： ● 试验 I：50A

● 试验 II：60A

氩气流量： 20 sccm

10 处理时间： ● 试验 I：10 分钟

● 试验 II：10 或者 20 分钟

2.2 在氩等离子体里的预处理 (第二个参照试验)

卸荷电流： ● 试验 I：50A

15 ● 试验 II：60A

氩气流量： 20 sccm

处理时间： ● 试验 I：10 分钟

● 试验 II：10 或 20 分钟

2.3 按本发明的预处理 (组合 $N_2 + H_2$)

卸荷电流： ● 试验 I：50A

● 试验 II：60A

氩气流量： 20 sccm

氮气和氩气流量： 共 20 sccm，4 体积 % H_2

25 处理时间： ● 试验 I：10 分钟

● 试验 II：10 或者 20 分钟

2.4 按本发明的预处理 (仅为 N_2)

电弧电流： ● 试验 I：50A

30 ● 试验 II：60A

氩气流量： 20 sccm

氮气流量 (纯)： 20 sccm

- 处理时间：
- 试验 I：10 分钟
 - 试验 II：10 或 20 分钟

5 在所有试验里都是在用加热电流大约 190A 对热离子阴极加热时间为大约 30 秒之后，在阴极 3 和触发电极 17（见图 1）之间施加触发电压。电阻 30 选为约 20 欧姆，并接地。触发卸荷（触发电压约 20 - 30V）之后就在阴极 3 和阳极 38 之间产生了一个卸荷电压，在 50A 卸荷电流时约 25V，若接受壁 11 用作为阳极，接地，那么最好用一个焊接发生器。

10 产生了离子和被激发的中子，典型的等离子体发光是其标志。储料架里待处理的工件就在这样所产生的等离子体里进行表面处理。氮挥发性化合物以及有时氢挥发性化合物连同污染物用泵站 42 排出。

工作压力为大约 5×10^{-3} 毫巴。

15 如图 1 所示应用的储料架 51 有 1 至 10 毫米宽的贯通缝槽 H（见图 1）。

不必将储料架从此将工件置于接地电位，尤其是后者也可以电位浮动地或者接到另一个参照电位上进行等离子体处理。使工件的电位相对于在所描述的低压卸荷时的等离子体电位很低， $\leq 20V$ ，因而既避免了材料在工件上的再污染的问题，这是在所谓自由喷涂时发生的，同时而且尤其是避免了相对于电位差来说危险的集成电路产生破坏的危险。20 仅仅通过化学方法来进行清洗和保存，这种方法或者通过电子，这是对接上相应电位的工件来说，或者对于浮动工作的工件来说则通过低能量的离子和电子来实现。

25 大量进入等离子体的电子保证了等离子体的高度活性，因而保证了短的处理时间，这对于所建议方法的经济性具有重要意义。另一个优点在于，等离子体能够钻入小的空腔，尤其能钻入所示的储料架里。因此例如不需要从所示的料盒里或者储料架里取出工件就可对工件进行处理，这就特别经济。

30 PBGA - HLST 以及具有铜表面的“铝框架”作为工件进行处理用于随后完成软钎焊连接。

结果：

图 4 表示了拉伸强度的结果。在按本发明处理的 PBGA - HLST

上测量了紧密连接的拉伸强度或者破断力 F_p ，这种紧密连接就是通过金丝导线连接完成的。对此在图 3 中示意示出了。其中标号 53 是与一个“焊接框架” 57a 的按本发明进行了处理的表面的连接点。

5 已处理基质的表面曾由厂家在以前以并不公知的方式进行过处理。在这种预处理之后就可以予见到从气相里在表面上产生再污染的危险，也就是说等离子体聚合作用。

在未继续处理过的基质上，直接由厂家不可能完成“引线焊接”的连接。图 4 所示为试验 I 得到的拉伸强度。此处正好是这些已处理过的基质物是不适合于氩/氦等离子体处理的基质：当用氩/氦等离子体处理时事实上产生了可怕的从气相里的再污染，也就是等离子体的聚合作用，正如所示相对较差的拉伸强度结果 (a)。

15 此处所测拉伸强度约 3.3 cN。若在等离子体里处理则得出稍改善的结果 (b)，拉伸强度约 3.6 cN。虽然仅仅对基质表面进行了加热并因而引起解吸，那就比在氩/氦等离子体里由于等离子体的聚合作用而得出更好的值。

20 作为按本发明的处理测得了明显较好的值，这种处理也就是说在氩/氦等离子体里，氦的含量较少，在本例中为大约 4% (按 (c))，还有在氩/氦等离子体里按 (d)。此处必须注意到，若待激发的气体 G 掺入了氢气，无论如何氦的含量要比气体里含有氦的含量小时进行处理。

测得按本发明处理过的基质物的抗拉强度约 5 cN (c) 或者远超过 5 cN (d)。

原则上说通常对于所述连接的额定拉伸强度要求为 5 cN。

25 图 5 表示了基质清洗作用的长时间效果，如刚才所述，这种基质按试验 I (c) 进行了处理，也即：在氩/氦/氦 (4 体积 N_2 %) - 等离子体内。

一方面标注了拉伸强度 F_p ，另一方面则是在实行“引线焊接”之前已处理的基质在空气中的储存时间。

30 显然所测得的拉伸强度值在七天内都保持在测量精度之内没有变化，也就是说，在按本发明使用的等离子体处理过程中变得清洁的表面上并没有产生重新污染。

图 6 表示了试验 II 的结果，它类似于按图 4 的试验。带“*”号的

结果是处理时间为 10 分钟时的结果，带 “**” 号的则是 20 分钟时的结果。如前所述卸荷电流达到了 60A。图 6 中试验 (a) 至 (d) 对应于图 4 中的相应试验。图 6 中未表示出对在氩气等离子体里处理过的基质进行的试验，但它明显要比按照 (a) 的试验，也就是在氩/氩等离子体里的试验要差。

由此可见，尽管卸荷电流较大，也就是与试验 I 相比，在氩/氩等离子体里 (a) 进行 10 分钟的处理总是还达不到所要求的 5cN 的拉伸强度。对于按 (c) 和 (d) 的等离子体处理，当处理时间为所述的 10 分钟，电弧电流达到了 60A，拉伸强度则远超过了所要求的值，也就是大约 6.5 cN (c) 或者 6 cN (d)。因此只有通过加长处理过程时间才能在氩/氩等离子体里达到类似的良好结果。这同时使基质产生较大的热载荷，而且当过程时间较长时，在具有其它附加的材料表面的基质上就可能出现不希望有的效果。在按照 (c) 或 (d) 按本发明进行了处理的基质物上紧接着进行“浇注”（模塑）是不会产生什么问题的，而在按 (a) 处理过的基质物上（图 6）则可以观察到浇注材料的部分剥落。这恰好表明，即使对于使用的材料，按本发明所采用的处理方法也具有加宽的过程窗。

重要的是还必须注意到，按图 6 所示的拉伸强度试验是在基质物经过按本发明的等离子体处理并连接之后五天才进行的，相反按图 4 的试验 I 是在同样天数里也是进行了等离子体处理并焊接后所得的结果。

最后在图 2 里表示了用于进行软钎焊连接的 Cu 表面（“焊接框架”）的奥氏谱图。

谱 (a) 是在一个未按本发明进行处理的“焊接框架”上测得的。

谱 (b) 是在按图 4 所示，试验 I (d) 按本发明进行两分钟预处理之后测得的，谱 (c) 是在 4 分钟的这种预处理之后测得的，最后谱 (d) 是在 6 分钟的这种预处理之后测得的。尤其是在 271 eV 时 C 尖峰以及 379 eV 时的 N 尖峰和 503 eV 时的 O 尖峰的发展变化就表示了按本发明方法所产生的清洁作用。这些按照图 2 进行了谱测定的基质物就用给定的处理时间在氩/氩/氩 (4%) - 等离子体里进行了处理。若按图 4 或 6 中的 (d) 在氩/氩等离子体里进行处理则有关 C 和 N 的特性基本相同，但是氧气并没有完全减少。

如上所述，按照本发明在一个具有氮气的等离子体里进行了处理并因而随后立即可以置于空气中的工件可以根据其显著的表面上氮的浓度来识别。

说明书附图

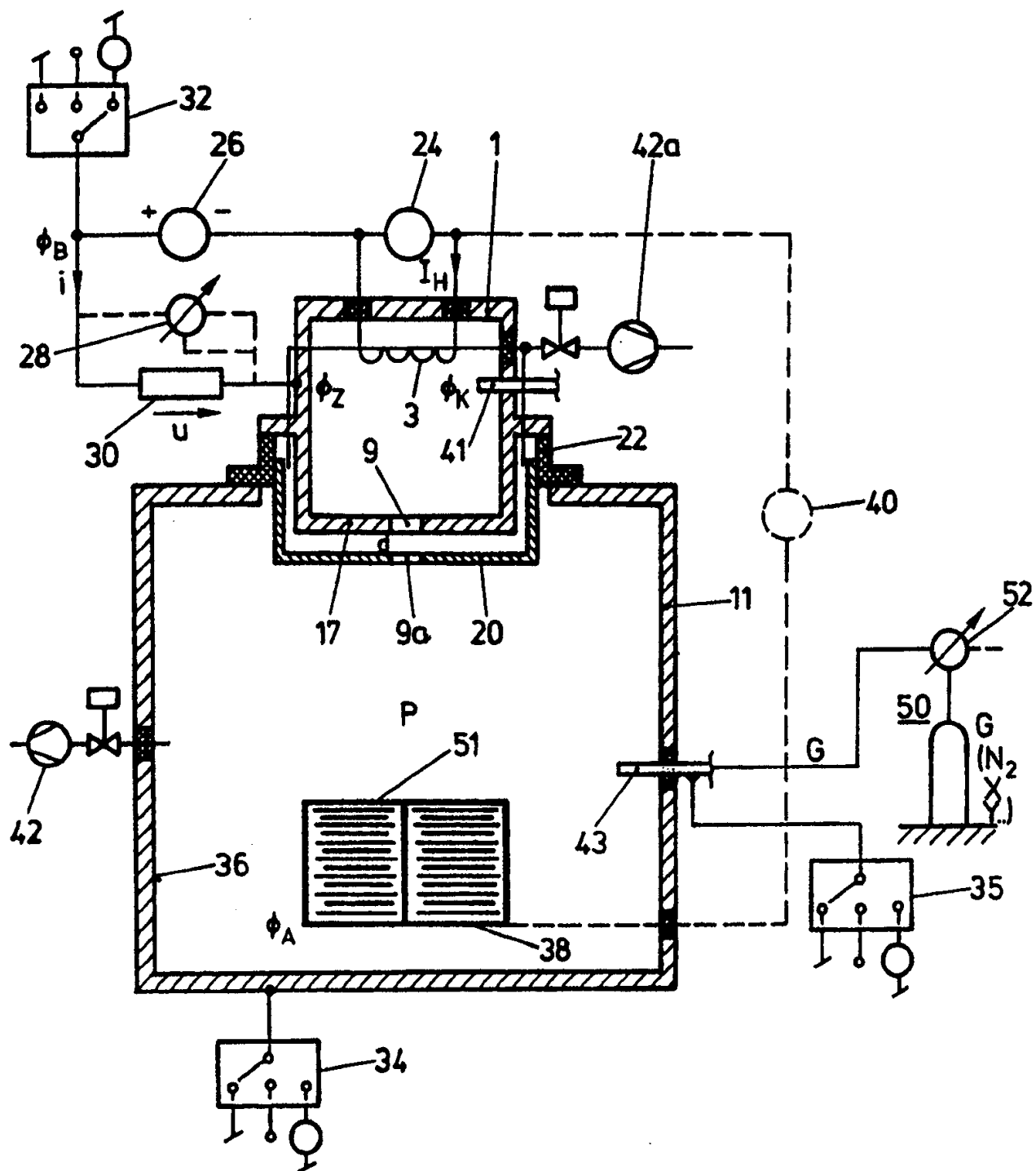


图 1

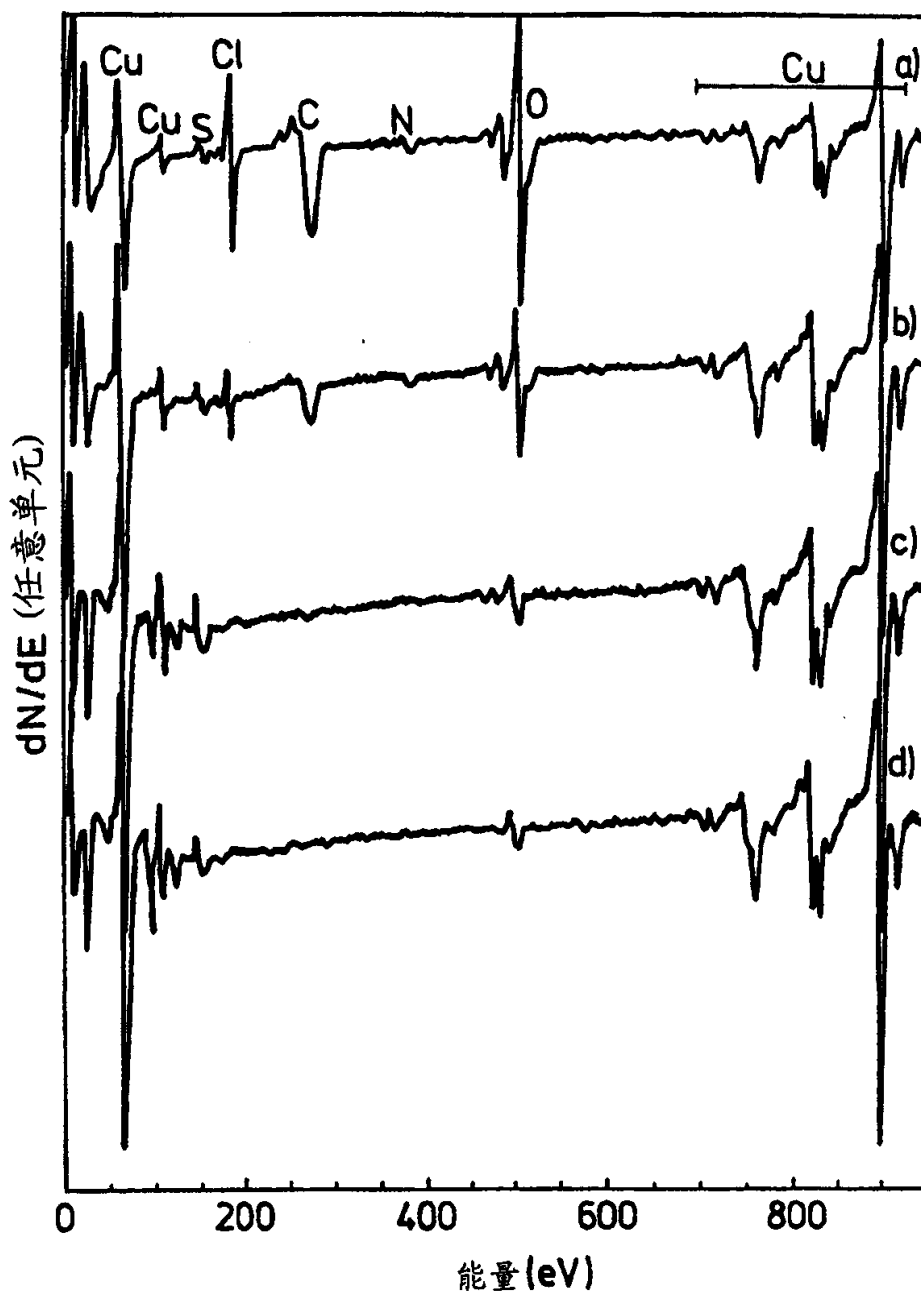


图 2

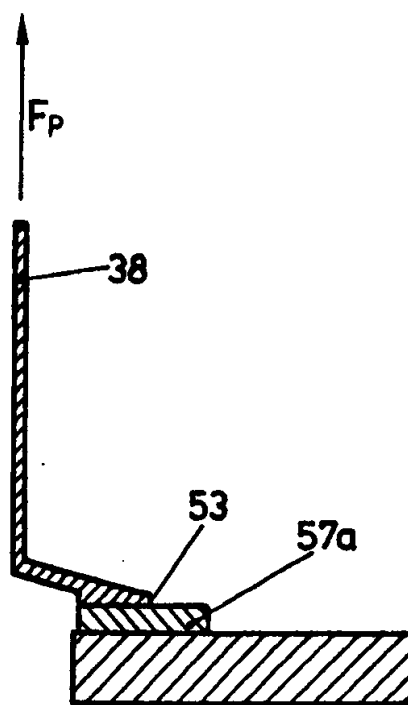


图 3

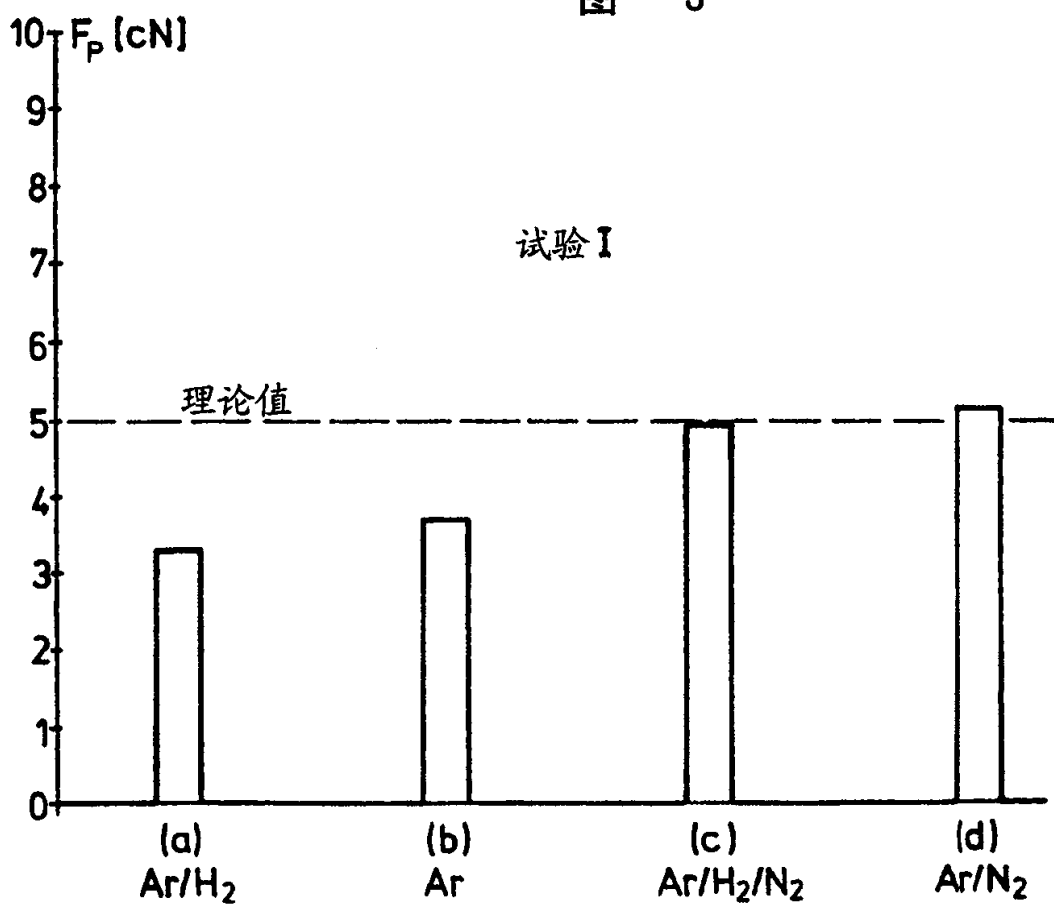


图 4

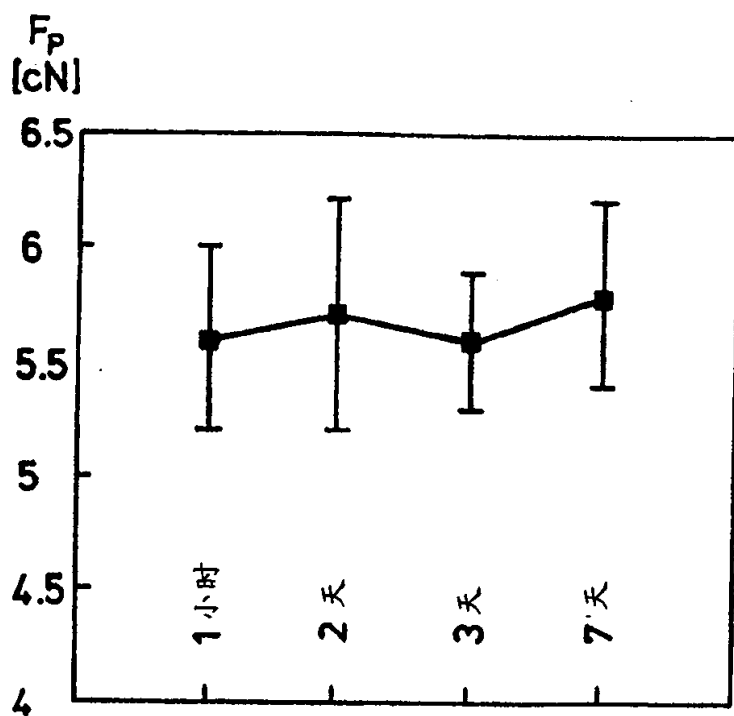


图 5

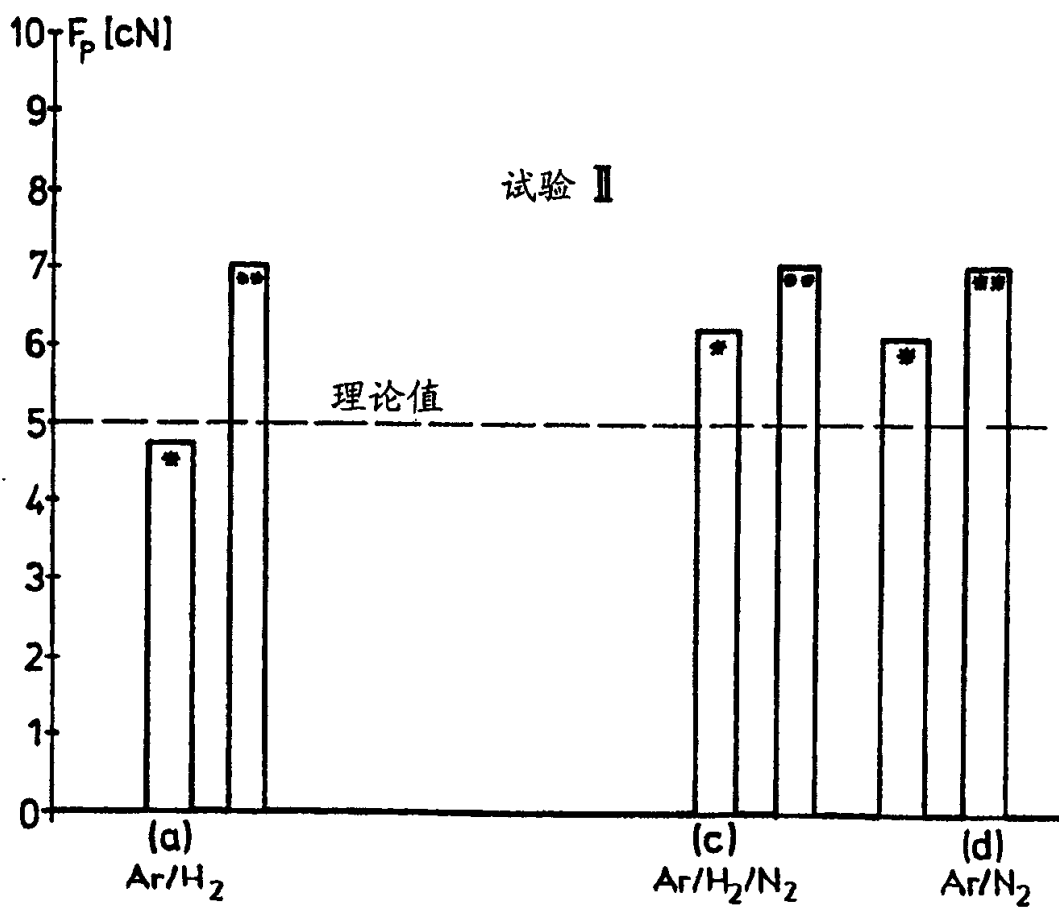


图 6

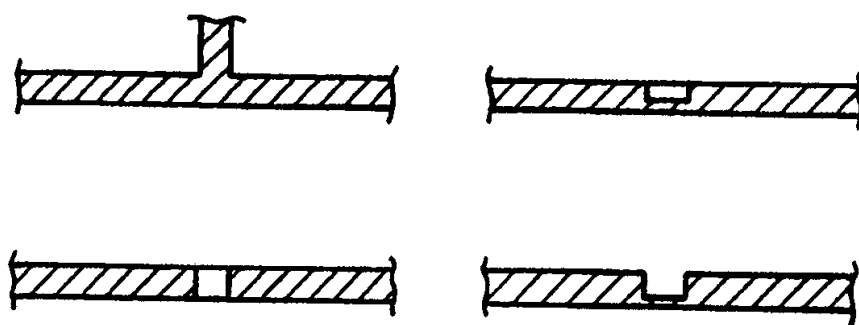


图 7