



全册特集 电子学领域中的环境对策技术

使用碳氢化合物类溶剂的真空方式清洗干燥装置

堂元雅洋*

*Doumoto Masahiro AQUATECH 董事长 日本福冈县北九州市八幡西区本城东 6-13-20

1998年4月

前言

我们在对半导体的引线框架以及和焊剂的清洗过程时，在真空中通过超声波和摇动进行清洗之后，再在高真空中进行瞬间干燥的一些列全自动化的工序。清洗液能在真空室内进行全部回收和再利用。因此，在实现了大幅度地降低运作成本以及防止环境污染的同时，还是可以对应投入批量生产的划时代的洗净干燥设备。

开发碳氢化合物类真空清洗干燥机的背景（目的）

由于对臭氧层破坏等环境面的影响，从95年末开始全面废除了曾经所使用的三氯乙烷等清洗剂。以使用水性洗剂代为使用。但是利用水性洗剂清洗的零部件有易生锈以及进行干燥工序时需要消耗过多的热能等缺点。除此之外，还需要排水处理，在成本和安放空间上也存在着问题。因此，作为解决对策，我们开始利用氯化物类溶液中的二氯甲烷，三氯乙烯。然而，由于二氯甲烷和三氯乙烯是带有致癌性的有机溶剂，根据97年4月的《大气污染防治法》和《水质污染防治法》制定了有害物质净化基准的标准值。与此同时，和防止地球温室效应一同，加快了对此溶液的使用限制。

开发趋向

基于上述背景，本公司开始着眼于碳氢化合物类的清洗剂。
其优点列举如下：

- ① 与水性清洗剂不同的是，零部件不易生锈。
- ② 无需废水处理装置。
- ③ 不使用酸·碱。
- ④ 由于各个制造厂家也生产清洗剂，所以成本较低。

可是，在使用碳氢化合物清洗剂的过程中，唯一可以称之为缺点的就是“易燃烧”为了克服这个缺点，我们得出了“将洗净到干燥的全部工序都在真空中进行”的结论。

产品特征

我们将零部件装入清洗用的筐（尺寸300×200×200mm）中，制作了一个与实际装置相同规格的试验测试装置（附录：照片1. 图1.），经过反复的清洗干燥测试，在试验结果中得到了大量的数据。

我们以该数据为基准，将处于真空中进行的全部工序的特点作以下的总结归纳。

- (1) 在真空中抽出空气后，与超声波并用，加强空化作用，使清洗效果达到最佳状态。
 - (2) 引入真空后，从带有盲孔零部件的盲孔中抽空空气，再将清洗剂倒入清洗，即可达到最完美的洗净效果（表 1，表 2，照片 2）。像尺寸较短的导线框架材料，即使表面附着着 0.15t 厚的油垢，也可在真空后，通过超声波，摇动，真空冲洗的流程，在短时间内完全清洗干净。（表 3，表 4，照片 3，照片 4）。
 - (3) 在干燥时，由于立即进入高真空状态，因此伴随着崩沸现象的同时，即可进行超高速的干燥。在一般的情况下，短尺寸的导线框架材料的干燥时间需要 60 分钟左右。然而，在真空状态下的干燥只需短短的 7 分钟。虽说只需 7 分钟就可将其干燥，但还是需要在满足了真空度，温度，冲洗效果等全部的前提条件下。
- 在满足了以上的前提条件下，铜，铝，42 合金等全部材料即可完全干燥而不变色。这些已经在实际操作中得到的验证。（照片 3，照片 4）。另外，此时的流程图如图 2 所示。
- (4) 由于装置内设置了真空蒸馏再生器，因此能够连续不断地对溶解后的油进行再生，使之随时保持循环干净的清洗液。并且通过“气体色谱法”对已运行了 2000 个小时后的清洗剂进行分析，确认其老化程度。如表 5，表 6 所示，新的溶液能够保持 99.9% 的纯度。目前已经过了 4000 个小时，尚未出现问题。
 - (5) 由于本设备全部运行工序都是在真空中进行的，因此采取了封闭式的结构。并且，由于排气能够被回收，再生；排液也可经过煮干后被浓缩提取出来，因此运行成本比过去使用的乙烷，二氯甲烷要减少 1/5~1/10（表 7）。
 - (6) 在安全措施上面，我们使用了油盘安全防爆机，间接加热方式，通过空气清洗进行内压防爆，对水·空气·温度·真密度进行联锁标准措施。除此之外，还装备了可热性气体浓度报警装置，防火气门，二氧化碳自动灭火系统，初期空气的自动切断，电源自动切断等各种安全设备。
 - (7) 在防止地球温暖化的措施上，我们将排气温度保持 35℃ 以下进行排风。

课题

可以说，清洗剂的选择是最大的课题。如此说的理由是因为，在目前的清洗剂市场中，石油化学厂商，清洗剂厂商，纤维厂商等多数大型厂商都生产出了各式各样的清洗剂。这类清洗剂基本是采用正规石蜡以及乙醚的单一制品，随后将酒精溶液或界面活性剂调配与其中，制成不同种类的清洗剂。另外，清洗对象也有不同的种类，比如用于清除矿物油，清除水溶性油，清除焊剂以及清除树脂等。

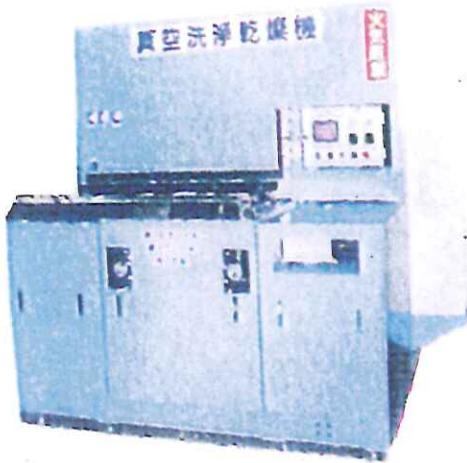
一旦选错了清洗剂，将无法得到所期待的效果。因此，事先必须进行实机测试（照片 1）。

另外，根据油的种类不同，也有添加剂中含有大量的氯化物的制品。此时，则要求准确地选择清洗剂以及设定再生温度。特别要注意的是像铜，铝等材料，如果操作失误，经过一段时间则会出现色斑，变色等现象。此外，根据连续再生的工序，还需注意要选择不会分解，分离的清洗剂。

今后的趋势

作为代替二氯甲烷以及三氯乙烯的清洗剂，大部分清洗剂已经开始向碳氢化合物清洗转移，今后估计将会更加加快对其特点的利用。其中，我认为“利用二氧化碳的超临界状态的清洗”很有可能作为新的清洗方式出现。但是目前主要还是在成本方面存在着很多问题。预计 4, 5 年后会运用到成本合算的电子产品行业中。

附录



照片 1. 半自动真空清洗干燥机

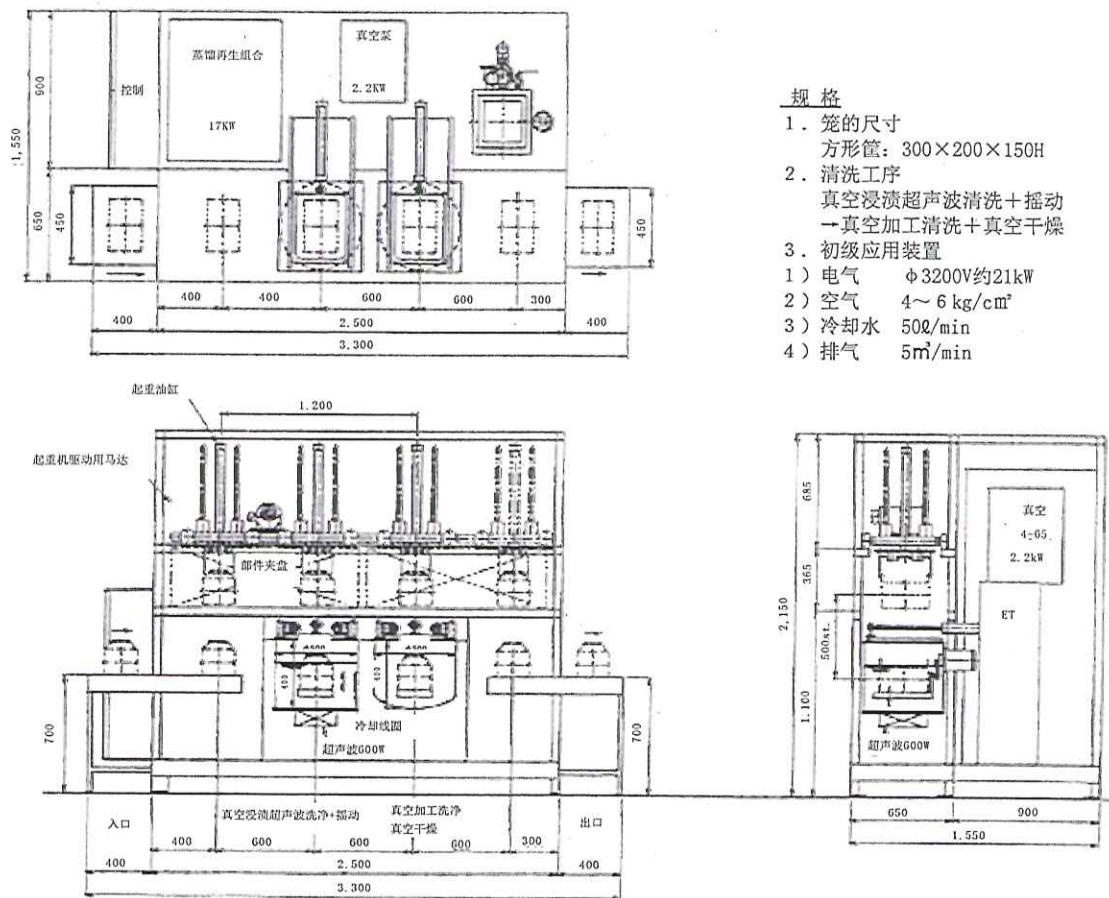


图 1. 真空清洗干燥机图

表1. 带有盲孔零部件在进行清洗前后的残留油分分析数据

试料名	正己烷可抽出物质 (mg/5个)
真空清洗	0.1以下
竖式模具清洗 (600s)	0.1以下
真空清洗	0.1以下
横向清洗 (600s)	0.1以下
有机溶剂 (三氯乙烯)	5.4
水性溶剂清洗	8.0
清洗前	11.7

测定法: JISK010224 正己烷抽出, 重量法

表 1. 带有盲孔零部件在进行清洗前后的残留油分分析数据

表2. 清洗前后的残留油分分析数据

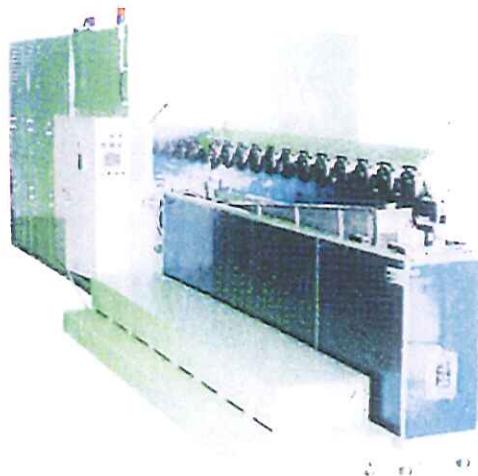
试料名	正己烷可抽出物质 (mg/2个)
真空清洗360秒	0.1以下
真空清洗180秒	0.1以下
真空清洗180秒2段 (下段)	0.1以下
真空清洗180秒2段 (上段)	0.1以下
真空清洗90秒	0.1以下
使用三氯乙烯清洗后	1.1
清洗前	45.0

测定法: JISK010224 正己烷抽出, 重量法

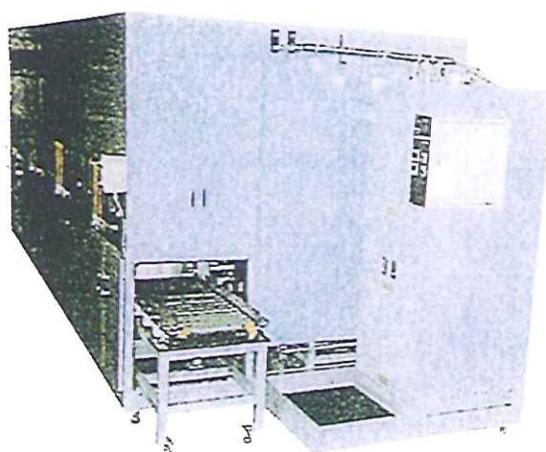
表 2. 清洗前后的残留油分分析数据



照片 2. 短尺引线框架全自动间歇式真空清洗干燥机



照片 3. 短尺引线框直线型真空清洗干燥机



照片 4. 短尺引线框架直线型真空清洗干燥机

表3. 清洗前后的分析数据

品名	残留油分 (mg/10)	残留 SO ₄ (μg/l)	残留 Cl (μg/l)	二氯甲烷的残留油分 清洗前 (每笼)
引线框架材料NO. 1	0.40	0.43	2.33	0.60
引线框架材料NO. 2	0.30	0.43	2.00	"
引线框架材料NO. 3	0.20	1.05	2.25	0.30
引线框架材料NO. 4	0.20	1.11	2.17	"
引线框架材料NO. 5	0.20	1.13	2.38	"
引线框架材料NO. 6	0.30	0.35	1.28	
引线框架材料NO. 7	0.30	0.44	1.38	
引线框架材料NO. 8	0.30	1.01	1.54	0.24
引线框架材料NO. 9	0.30	3.50	2.37	0.60
引线框架材料NO. 10	0.50	1.23	2.02	" 6.900mg "

单位: 残留油分=mg/10框架; SO₄, Cl=μg/l框架

分析方法: 红外吸收法(残留油分)

离子色谱分析法 (SO₄, Cl)

(根据JIS K 0102-1993)

表3. 清洗前后的分析数据

表4. 清洗前后的分析数据

试料名	残留油分 (mg/10)	残留SO ₄ SO ₄ (μg/l)	残留Cl Cl (μg/l)
引线框架材料NO. 1	0.25	-	-
引线框架材料NO. 2	0.90	-	-
引线框架材料NO. 3	0.30	-	-
引线框架材料NO. 4	0.28	-	-
引线框架材料NO. 5	0.20	-	-
引线框架材料NO. 6	0.36	-	-
引线框架材料NO. 7	0.38	0.36	1.07

单位: 残留油分=mg/10框架; SO₄, Cl=μg/l框架

分析方法: 红外吸收法(残留油分)

离子色谱分析法 (SO₄, Cl)

(根据JIS K 0102-1993)

表4. 清洗前后的分析数据

表5. 碳氢化合物类清洗剂(新液)

分析方法, 测定条件	
气体色谱分析	岛津公司产GC14A/FID
色谱柱	二氧化硅毛细管DB-1 (J&W Sci), 0.25mm φ × 30m
升温条件	70°C (5min) 5°C/min, 100°C (0min) 20°C/min, 300°C (20min)
载气	He流量2.1mL/min, 分离比1: 150

表5. 碳氢化合物类清洗剂(新液)

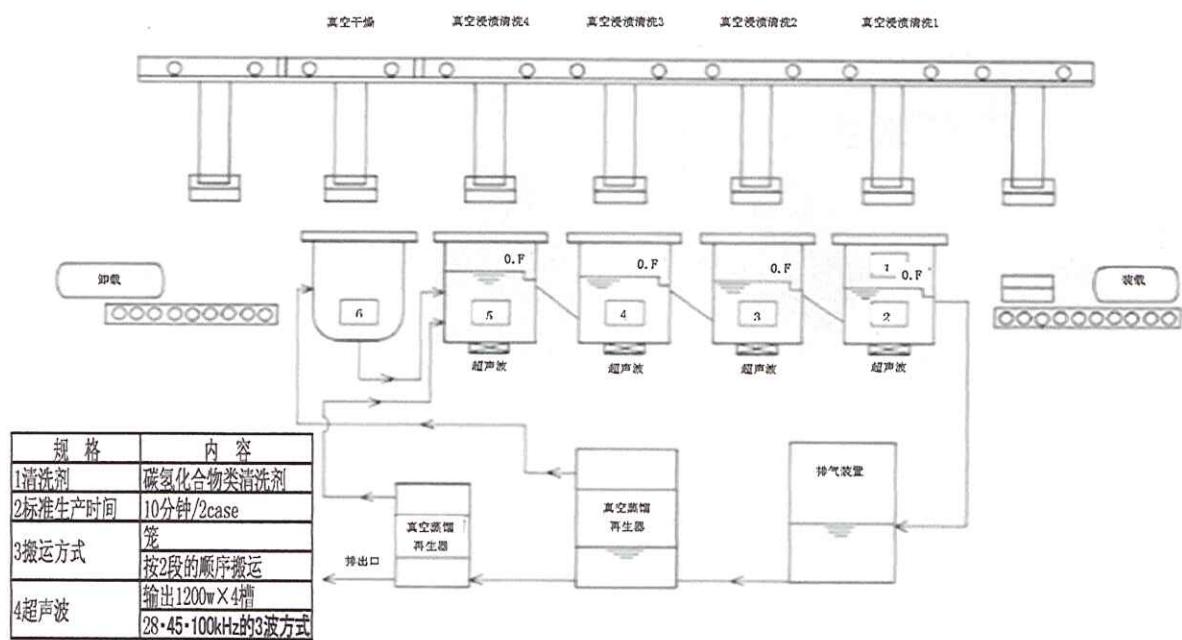


图 2. 真空方式全自动清洗装置

表6. 碳氢化合物类清洗剂
(连续蒸馏再生2000小时后)

测定结果		
试料	NS清洗液浓度 (%)	加工油 (%)
1)	99.9 ⁶	0.04
2)	99.9 ⁶	0.04

表 6. 碳氢化合物类清洗剂

表7. 运行成本一览表

名称		规格	单价(日元)	月	月/日元
清洗剂	消耗量	5ℓ/天	300日元/ℓ	22天	33,000
	排 液	合算成油分80%被排出	300日元/ℓ	12.5ℓ	3,750
消耗品	过滤器零件		1,300日元	4个	5,200
	真空泵用油	75 φ × 250ℓ 20 μ	3,500日元/4ℓ	0.5ℓ	438
	真空泵润滑剂		25,000日元/1kg	15.3	383
	电 气	φ3.200V 30kWhr	kW		
	空 气 驱动用	平均使用量200Nℓ/min	m ³		
	流动用	无			
	排 水	无			
	冷 却 水	可使用80ℓ/min的水塔水			
	排 气	10m ³ /min			
运转时间					
1天 : 8小时					
1个月: 22天					
176小时/月					
		清洗剂的价格是标准的碳氢化合物的价格			

表 7. 运行成本一览表