

电镀工艺

配方设计、新技术应用实例

与质量检测标准规范实用手册

• 本书编委会 编

安徽文化音像出版社

电镀工艺配方设计、新技术应用实例 与质量检测标准规范使用手册

本手册为

《电镀工艺配方设计、新技术应用实例与质量检测标准规范使用手册》

光盘配套使用手册

第 二 卷

安徽文化音像出版社

第四章 特种镀液配方设计与溶液分析方法

第一节 化学镀溶液配方设计

在全属的催化作用下,利用可控制的氧化还原反应使金属沉积在基体(镀件)上,称为化学镀或无电解镀。化学镀的特点是:不需要电源设备,费用低,占地面积小;前处理比较简单;几乎所有材料,只要经过适当处理,均可在表面上沉积上金属镀层;表面形状不论多么复杂只要能与镀液充分接触均能镀得厚度均匀的镀层;可重复镀双层,结合力很好,镀层致密,孔隙少,表面光滑,而且有较高的硬度。

化学镀的缺点是溶液稳定性差,调整和再生比较麻烦,镀层常显出较大的脆性。

化学镀液组成如下。

(1) 金属盐 即主盐,其作用是供给金属离子沉积,常用的金属盐有 Ag、Co、Cu、Fe、Ni、Sn、An、Pd、Cr、W 等金属的盐类。

(2) 还原剂 它的作用是将金属离子还原,并沉积在镀件的表面。常用的还原剂有:次亚磷酸钠、甲醛、葡萄糖、硫酸胍、水合肼等。

(3) 酸度调节剂 它的作用是调整镀液的 pH 值,控制金属离子的还原速度,即沉积速度。常用的有 25% 氨水,氢氧化钠和硫酸等。

(4) 缓冲剂 它的作用是控制镀液的酸度变化过快,常用的有醋酸钠、硼酸、柠檬酸钾钠和碳酸钠等。

(5) 络合剂 它的作用是在酸性介质中防止金属离子被氧化分解,在碱性介质中防止金属离子沉淀成氢氧化物。常用的络合剂有柠檬酸铵、氯化铵、酒石酸钾钠、EDTA-2Na 和氨水等。

(6) 稳定剂 它的作用是吸附或掩蔽镀液中的催化剂微粒,防止镀液自行分解。常用的稳定剂有 Pb(Ac)₂、胱氨酸、硫代乙内酰脲、NaCN 和硫脲等。

(7) 改良剂 它的作用是改善镀层外观,防止产生针孔,常用的改良剂有 2-乙基己基硫酸钠、正辛基硫酸钠等。

目前用化学镀获得沉积层的金属有 Ag、Au、Co、Cu、Fe、Ni、Sn、锌等。

一、化学镀银

1. 浸镀法

配方 1

组分	g/L	组分	g/L
A. 银盐液:		B. 还原液:	
AgNO ₃	60	葡萄糖	45
NaOH	42	酒石酸	2
25%氨水	适量	乙醇	100ml/L

温度为 15~20℃; A:B (体积比) 为 1:1。

配方 2

组分	用量	组分	用量
A. 银盐液:		B. 还原液:	
AgNO ₃	3.5g	葡萄糖	45g
氨水	5ml/L	酒石酸	4g
NaOH	2.5g	乙醇	100ml
水	60ml	水	1000ml

配方 3

组分	用量	组分	g/L
A. 银盐液:		25%氨水	12~25ml/L
AgNO ₃	7.5g/L	B. 还原液:	
KOH	7.5g/L	葡萄糖	7.5

温度为室温; A:B (体积比) 为 2:1。

配方 4

组分	用量	组分	g/L
A. 银盐液:		25%氨水	12ml/L
AgNO ₃	10g/L	B. 还原液:	
KOH	20g/L	葡萄糖	40

温度为 5~20℃; A:B (体积比) 为 1:1。

配方 5

组分	g/L	组分	g/L
A. 银盐液:		25%氨水	适量
AgNO ₃	12	B. 还原液:	
KOH	15	葡萄糖	15

温度为 15~16℃; 时间为 10min; A:B (体积比) 为 1:1。

配方 6

组分	g/L	组分	g/L
A. 银盐液:		25%氨水	适量
AgNO ₃	8~10	B. 还原液:	
KOH	10	葡萄糖	80

温度为室温; 时间为 5~10min; A:B (体积比) 为 1:1。

配方 7

组分	g/L	组分	g/L
A. 银盐液:		25%氨水	适量
AgNO ₃	2.5	B. 还原液:	
KOH	2.2	葡萄糖	2.2

温度为 6~8℃; A:B (体积比) 为 1:1。

配方 8

组分	g/L	组分	g/L
A. 银盐液:		B. 还原液:	
AgNO ₃	20	酒石酸钾钠	100
氨水	30	NaOH	10

温度为室温; A:B (体积比) 为 1:1。

配方 9

组分	g/L	组分	g/L
A. 银盐液:		25%氨水	适量
AgNO ₃	16	B. 还原液:	
KOH	8	KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O	30

温度为 10~20℃; 时间为 10min; A:B (体积比) 为 1:1。

配方 10

组分	用量	组分	用量
A. 银盐液:		B. 还原液:	
AgNO ₃	25g/L	硫酸脲	9.5g/L
25%氨水	50ml/L	25%氨水	10ml/L

温度为室温; A:B (体积比) 为 1:1。

配方 11

组分	用量	组分	g/L
A. 银盐液:		B. 还原液:	
AgNO ₃	9g/L	硫酸脲	20
氨水	15ml/L	NaOH	5

温度为常温; A:B (体积比) 为 1:1。

配方 12

组分	g/L	组分	用量
A. 银盐液:		B. 还原液:	
AgNO ₃	60	甲醛	65ml/L
氨水	60		

温度为室温; A:B (体积比) 为 1:1。

2. 喷淋法

配方 1

组分	g/L	组分	用量
A. 银盐液:		B. 还原液:	
AgNO ₃	7	38% 甲醛	1ml/L
NaOH	4	葡萄糖	2.5g/L
25% 氨水	适量		

温度为室温; 时间为 0.5min; A:B (体积比) 为 1:1。

配方 2

组分	g/L	组分	g/L
A. 银盐液:		B. 还原液:	
AgNO ₃	8.3	甲醛	90ml/L
25% 氨水	13.3		

配方 3

组分	g/L	组分	g/L
A. 银盐液:		B. 还原液:	
AgNO ₃	10	硫酸肼	20
25% 氨水	适量	NaOH	5

温度为室温; A:B (体积比) 为 1:1。

配方 4

组分	g/L	组分	ml/L
A. 银盐液:		B. 还原液:	
AgNO ₃	25	三乙醇胺	8
25% 氨水	适量	乙二醛	20

温度为室温; A:B (体积比) 为 1:1。

配方 5

组分	g/L	组分	ml/L
A. 银盐液:		B. 还原液:	
AgNO ₃	19	38% 甲醛	71
25% 氨水	适量	三乙醇胺	7

温度为室温; A:B (体积比) 为 1:1。

3. 置换法

配方

组分	g/L	组分	g/L
AgNO ₃	15 ~ 20	Cs (NH ₂) ₂	200 ~ 250

pH 值为 4; 温度为 15 ~ 30℃; 时间为 1 ~ 2min。

二、化学镀金

1. 氰化物化学镀金

配方 1

组分	g/L	组分	g/L
KAu (CN) ₂	28	NaOH	16
柠檬酸	60	二乙基苯胺钠	75
H ₂ WO ₄	45	邻苯二甲酸钾	25

pH 值为 5~6; 温度为 85~93℃。

配方 2

组分	g/L	组分	g/L
KAc (CN) ₂	2	柠檬酸铵或柠檬酸钠	50
NH ₄ Cl	75	NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	10

pH 值为 7~7.5; 温度为 92~95℃; 沉积速度为 4.7μm/h。

配方 3

组分	g/L	组分	g/L
KAu (CN) ₂	6	KCN	13
KOH	11	KBH ₄	22

温度为 75℃; 沉积速度为 0.7μm/h。

2. 氯化物化学镀金

配方 1

组分	g/L	组分	用量
HAuCl ₄ ·4H ₂ O	12	37% 甲醛	20ml/L
Na ₂ CO ₃	32		

温度为室温。

配方 2

组分	g/L	组分	g/L
氯金酸	10	环己胺	130
Na ₂ SO ₃	202	水合肼 (N ₂ H ₄ ·H ₂ O)	90
NH ₄ Cl	81		

pH 值为 8.0; 温度为 85℃; 沉积速度为 3.8μm/h。

配方 3

组分	g/L	组分	g/L
HAuCl ₄ ·4H ₂ O	5.4	环己胺	130
NaHSO ₃	104	水合肼 (N ₂ H ₄ ·H ₂ O)	90
NH ₄ Cl	81		

温度为 85℃; 沉积速度为 2.5~5.0μm/h。

3. 化学喷镀金

配方 1

组分	g/L	组分	用量
A. 金盐液:		B. 还原液:	
AuCl ₃	25	37% 甲醛	40ml/L
Na ₂ CO ₃	25	Na ₂ CO ₃	40g/L

配方 2

组分	g/L	组分	g/L
A. 金盐液:		NaOH	50
AuCl ₃	70	甘油	500
B. 还原液:		甘露醇	微量

配方 3

组分	g/L	组分	g/L
A. 金盐液:		B. 还原液:	
AuCl ₃	3	NaOH	2.0
乙二胺	90	水合肼	100

三、化学镀钴

配方 1

组分	g/L	组分	g/L
CoSO ₄ ·7H ₂ O	22	酒石酸钾钠	25
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	20	H ₃ BO ₃	15
(NH ₄) ₂ SO ₄	30		

pH 值为 10; 温度为 70℃。

配方 2

组分	g/L	组分	g/L
CoSO ₄ ·7H ₂ O	23	(NH ₄) ₂ SO ₄	80
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	20	KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O	140

pH 值为 9~10; 温度为 90℃; 沉积速度为 15μm/h。

配方 3

组分	g/L	组分	g/L
CoSO ₄ ·7H ₂ O	28	Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇ ·2H ₂ O	60
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	20	H ₃ BO ₃	30

pH 值为 7.0; 温度为 90℃; 沉积速度为 10μm/h。

配方 4

组分	g/L	组分	g/L
CoCl ₂ ·6H ₂ O	30	Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇ ·2H ₂ O	100

$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	20	NH_4Cl	50
--	----	------------------------	----

pH 值为 9 ~ 10; 温度为 90 ~ 92℃; 沉积速度为 3 ~ 10 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。

配方 5

组分	g/L	组分	g/L
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	27	$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	90
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	9	NH_4Cl	45

pH 值为 7.7 ~ 8.4; 温度为 75℃; 沉积速度为 0.3 ~ 2 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。

配方 6

组分	g/L	组分	g/L
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	20 ~ 25	乙二胺	50 ~ 60
NaBH_4	0.6 ~ 1	NaOH	20 ~ 40
NH_4Cl	1 ~ 5	亚硒酸 (H_2SeO_3)	0.03 ~ 0.3

温度为 60℃。

配方 7

组分	g/L	组分	g/L
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	12	$\text{KN}_a\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	112
$\text{N}_2\text{H}_4 \cdot 2\text{HCl}$	105		

pH 值为 11; 温度为 90℃; 沉积速度为 6 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。

配方 8

组分	g/L	组分	g/L
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	14	$\text{Na}_3\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	206
水合肼	90		

pH 值为 11 ~ 12; 温度为 90 ~ 95℃; 沉积速度为 4.0 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。

四、化学镀钴合金

配方 1 (Co/Fe 合金)

组分	g/L	组分	g/L
$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	25	$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0
FeSO_4	20	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	40
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	40		

pH 值为 8 ~ 8.2; 温度为 80℃; 沉积速度为 10 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。

配方 2 (Co/Cu 合金)

组分	g/L	组分	用量
$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	20	$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	50g/L
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	1.2	NH_4Cl	40g/L
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	20	25% 氨水	35ml/L

pH 值为 8.9~9.1; 温度为 90℃; 沉积速度为 5 μ m/h。

配方 3 (Co/Ni 合金)

组分	g/L	组分	g/L
CoSO ₄ ·7H ₂ O	17	丙二酸	31
NiSO ₄ ·7H ₂ O	11	苹果酸	54
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	25	琥珀酸	60
(NH ₄) ₂ SO ₄	13		

pH 值为 8.9~9.3; 温度为 75~85℃。

配方 4 (Co/Zn 合金)

组分	g/L	组分	g/L
CoCl ₂ ·6H ₂ O	7.5	NH ₄ Cl	13
ZnCl ₂	1.0	H ₃ C ₆ H ₅ O ₇ ·H ₂ O	20
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	3.5	KCNS	0.002

pH 值为 8.2; 温度为 80℃。

配方 5 (Co/W 合金)

组分	g/L	组分	用量
CoCl ₂ ·6H ₂ O	30	Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇ ·2H ₂ O	80g/L
Na ₂ WO ₄	30	NH ₄ Cl	50g/L
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	20	25% 氨水	60ml/L

pH 值为 8.9; 温度为 95℃。

五、化学镀铜

配方 1

组分	g/L	组分	ml/L
CuSO ₄ ·5H ₂ O	10	37% 甲醛	10~20
KN ₈ C ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O	40~50		

pH 值为 11~13; 温度为室温; 搅拌形式为压缩空气。

配方 2

组分	g/L	组分	用量
CuSO ₄ ·5H ₂ O	5	37% 甲醛	5ml/L
KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O	25	NiCl ₂ ·6H ₂ O	0.1g/L
NaOH	7	乙醇	33ml/L

pH 值为 11.5~13.5; 温度为 30℃。

配方 3

组分	g/L	组分	用量
CuSO ₄ ·5H ₂ O	10	37% 甲醛	10ml/L

KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O	45	NiCl ₂ ·6H ₂ O	0 ~ 1g/L
--	----	--------------------------------------	----------

NaOH	10		
------	----	--	--

pH 值为 12 ~ 12.5; 温度为 10 ~ 35℃。

配方 4

组分	用量	组分	g/L
CuSO ₄ ·5H ₂ O	15g/L	NaOH	10 ~ 15
KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O	60g/L	NiCl ₂ ·6H ₂ O	2
37% 甲醛	8 ~ 18ml/L	对甲苯磺酸胺	0.06 ~ 0.15

pH 值为 12.5 ~ 13.5; 温度为 15 ~ 40℃; 沉积速度为 2 ~ 4μm/h。

配方 5

组分	g/L	组分	用量
CuSO ₄ ·5H ₂ O	15	37% 甲醛	10 ~ 15ml/L
KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O	45 ~ 50	乙醇	20ml/L
NiCl ₂ ·6H ₂ O	2	聚乙二醇 (\bar{M} =	
K ₄ Fe (CN) ₆ ·3H ₂ O	0.1 ~ 0.13	6000)	50 ~ 70mg/L

pH 值为 12.5 ~ 13; 温度为 25 ~ 30℃; 沉积速度为 0.3 ~ 0.4μm/h。

配方 6

组分	g/L	组分	g/L
CuSO ₄ ·5H ₂ O	7	三乙醇胺	10
KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O	75	Na ₂ CO ₃	10
NaOH	20	NaCN	0.12
37% 甲醛	25		

pH 值为 12; 温度为 48 ~ 52℃。

配方 7

组分	用量	组分	g/L
CuSO ₄ ·5H ₂ O	3.5g/L	NaOH	6.8
KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O	34.5g/L	NiCl ₂ ·6H ₂ O	1.0
37% 甲醛	13.2ml/L	Na ₂ CO ₃	3.2

pH 值为 12; 温度为室温; 搅拌形式为压缩空气。

配方 8

组分	g/L	组分	用量
CuSO ₄ ·5H ₂ O	10 ~ 15	37% 甲醛	10 ~ 15ml/L
KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O	40 ~ 60	甲醇 K ₄ Fe (CN) ₆ ·3H ₂ O	30 ~ 150ml/L
NaOH	8 ~ 14		0.01 ~

0.02g/L

pH 值为 12.5 ~ 13.0; 温度为 25 ~ 30℃; 沉积速度为 0.3 ~ 0.4μm/h。

配方 9

组分	g/L	组分	用量
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	14	37% 甲醛	15ml/L
$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	40	$\text{Cs}(\text{NH}_2)_2$	0.5mg/L
NaOH	20		

温度为室温；搅拌方式为压缩空气。

配方 10

组分	用量	组分	g/L
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	10g/L	NaOH	20
$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	40g/L	2-巯基苯并	
37% 甲醛	20 ~ 25ml/L	噻唑	0.01 ~ 0.02

配方 11

组分	g/L	组分	用量
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	10 ~ 20	37% 甲醛	10 ~ 15ml/L
$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	40 ~ 60	$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	0.10 ~ 0.15g/L
NaOH	8 ~ 14	$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.15 ~ 0.30
聚乙二醇	30 ~ 6mg/L		

pH 值为 12.5 ~ 13；温度为 25 ~ 40℃；沉积速度为 0.4 ~ 0.5 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。

以上是以酒石酸盐为络合剂的化学镀铜工艺配方，以下是以 EDTA-2Na 为络合剂的化学镀铜工艺配方。

配方 12

组分	g/L	组分	用量
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	8	37% 甲醛	2 ~ 3ml/L
EDTA-2Na	10 ~ 15	$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	
NaOH	10		0.25 ~ 0.3g/L

温度为 65 ~ 70℃。

配方 13

组分	g/L	组分	用量
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	5 ~ 10	37% 甲醛	10 ~ 15ml/L
EDTA-2Na	30 ~ 40	联吡啶	100mg/L
NaOH	调 pH 值用		

pH 值为 12.5；温度为 70 ~ 90℃；沉积速度为 10 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。

配方 14

组分	g/L	组分	用量
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	7.5	40% 乙醛酸	16.6ml/L
$\text{EDTANa}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	93	$\text{C}_{10}\text{H}_8\text{N}$	10mg/L

pH 值为 12.5；温度为 60℃；沉积速度为 4 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。

配方 15

组分	g/L	组分	g/L
CuSO ₄ ·5H ₂ O	28	CH ₃ OH ($\rho = 0.79\text{g/cm}^3$)	
EDTA - 2Na	50		200 ~ 400
37% 甲醛	12	K ₄ Fe (CN) ₆	12.5 ~ 13.5
NaOH	20		

温度为室温。

配方 16

组分	用量	组分	用量
CuSO ₄ ·5H ₂ O	15g/L	K ₄ Fe (CN) ₆ ·3H ₂ O	10mg/L
EDTA - 2Na	45g/L	聚乙二醇 (M = 1000)	
37% 甲醛	10ml/L		50mg/L
NaOH	调 pH 值		

pH 值为 12.5; 温度为 70℃; 沉积速度为 7 ~ 10 $\mu\text{m/h}$ 。

配方 17

组分	g/L	组分	用量
CuSO ₄ ·5H ₂ O	29	三乙醇胺	5ml/L
酒石酸钾钠	142	EDTA - 2Na	12g/L
NaOH	42	二乙基二硫代氨基甲	
甲醛	167	酸钠	0.01g/L
碳酸钠	9		

pH 值为 11.5 ~ 12; 温度为 10 ~ 35℃。

配方 18

组分	用量	组分	用量
CuSO ₄ ·5H ₂ O	10g/L	37% 甲醛	10ml/L
EDTA - 2Na	45g/L	C ₁₀ H ₈ N	5mg/L
K ₄ Fe (CN) ₆ ·3H ₂ O	0.05mg/L	C ₆ H ₁₄ N ₄ O ₂	0.05mg/L

pH 值为 12.5; 温度为 60℃; 沉积速度为 4.1 $\mu\text{m/h}$ 。

六、化学镀镍

1. 酸性化学镀镍

配方 1

组分	用量	组分	g/L
NiSO ₄ ·7H ₂ O	21g/L	C ₃ H ₆ O ₂	2ml/L
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	24g/L	铅离子	1mg/L
88% 乳酸	30ml/L		

pH 值为 4.5; 温度为 95℃; 沉积速度为 17 $\mu\text{m/h}$; 镀层含磷量为 8% ~ 9%。

配方 2

组分	g/L	组分	g/L
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	30	$\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	5
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	10	$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	13

pH 值为 4~6; 温度为 90~100℃; 沉积速度为 7 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。

配方 3

组分	g/L	组分	g/L
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	30	柠檬酸钠	10
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	10		

pH 值为 4~6; 温度为 90℃; 时间为 60min; 厚度为 5~10 μm ; 适用基体为钢铁。

配方 4

组分	g/L	组分	用量
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	20	琥珀酸	18g/L
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	24	铅离子	1mg/L
苹果酸	16		

pH 值为 5.2; 温度为 95℃; 沉积速度为 17 $\mu\text{m}/\text{h}$; 镀层含磷量为 8%~9%。

配方 5

组分	g/L	组分	用量
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	25~30	柠檬酸钠	38g/L
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	25~30	88%乳酸	5.7ml/L
乙酸钠	20~25	铅离子	1mg/L

pH 值为 4.8; 温度为 88~92℃; 沉积速度为 13 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。

配方 6

组分	g/L	组分	g/L
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	40~60	柠檬酸钠	60~90
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	30~60	$\text{KC}_2\text{H}_3\text{O}_3$	10~30

pH 值为 5~6; 温度为 60~65℃。

配方 7

组分	g/L	组分	用量
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	30	琥珀酸	5g/L
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	36	88%乳酸	15ml/L
柠檬酸钠	14	丙酸	5ml/L
苹果酸	15	MoO_3	5mg/L

pH 值为 4.8; 温度为 90℃; 沉积速度为 10 $\mu\text{m}/\text{h}$; 镀层含磷量为 10%~11%。

配方 8

组分	g/L	组分	ml/L
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	21	88%乳酸	42.5
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	23	丙酸	2

酒石酸	0.5	铅离子	1
NaF	0.5		

pH 值为 4.7; 温度为 97℃; 沉积速度为 20 μ m/h。

配方 9

组分	g/L	组分	g/L
NiSO ₄ ·6H ₂ O	30	醋酸钠	10
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	10		

pH 值为 4~6; 温度为 90℃; 时间为 60min; 厚度为 25 μ m; 适用基体为陶瓷。

配方 10

组分	g/L	组分	用量
NiSO ₄ ·7H ₂ O	20~30	88% 乳酸	5ml/L
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	20~35	丙酸	8ml/L
乙酸钠	10	KIO ₃	15mg/L
柠檬酸钠	10		

pH 值为 5.2~5.4; 温度为 75~92℃; 镀层含磷量为 7%~8%。

配方 11

组分	g/L	组分	g/L
NiSO ₄ ·7H ₂ O	30	柠檬酸钠	15
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	15~30	丁二酸	5
醋酸钠	15	氨基乙酸	5~15

pH 值为 3.5~5.4; 温度为 (90±5)℃; 沉积速度为 12~15 μ m/h。

配方 12

组分	g/L	组分	用量
NiSO ₄ ·7H ₂ O	30	磷酸氢二钠	30g/L
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	24	氨水	6ml/L
Na ₂ ATMP	30		

pH 值为 6~7; 温度为 75℃。

配方 13

组分	g/L	组分	用量
NiSO ₄ ·7H ₂ O	30	乙酸	12ml/L
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	36	丙酸	4ml/L
Na ₃ C ₂ H ₃ O ₃	30	铅离子	1mg/L

pH 值为 4.6; 温度为 88℃; 沉积速度为 15 μ m/h; 镀层含磷量 < 8%。

配方 14

组分	g/L	组分	g/L
NiSO ₄ ·7H ₂ O	20~25	醛酸钠	10
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	15~20	柠檬酸钠	10

pH 值为 4.1 ~ 4.4; 温度为 85 ~ 90℃。

配方 15

组分	g/L	组分	用量
NiSO ₄ ·7H ₂ O	25	Na ₃ C ₂ H ₃ O ₃	30g/L
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	30	铅离子	2mg/L
乙酸钠	20	硫脲	3mg/L

pH 值为 5.0; 温度为 90℃; 沉积速度为 20μm/h; 镀层含磷量为 6% ~ 8%。

配方 16

组分	用量	组分	g/L
NiSO ₄ ·7H ₂ O	25g/L	硼酸	20
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	20g/L	氟化钠	1
80% 乳酸	25ml/L	聚乙二醇 (M = 6000)	0.1

pH 值为 4.4 ~ 4.6; 温度为 90 ~ 92℃; 沉积速度约 10μm/h。

配方 17

组分	g/L	组分	用量
NiSO ₄ ·7H ₂ O	23	88% 乳酸	20ml/L
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	18	铅离子	1mg/L
琥珀酸	12		

pH 值为 5.2; 温度为 90℃; 沉积速度为 15μm/h; 镀层含磷量为 7% ~ 8%。

2. 碱性化学镀镍

配方 1

组分	g/L	组分	g/L
NiSO ₄ ·7H ₂ O	30	乙酸钠	15
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	22	氨基乙酸	15
柠檬酸钠	30	琥珀酸	5

pH 值为 8.5 ~ 10; 温度为 60 ~ 65℃; 沉积速度为 8 ~ 15μm/h。

配方 2

组分	g/L	组分	g/L
NiSO ₄ ·7H ₂ O	30	酒石酸钾钠	65
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	22		

pH 值为 8.5 ~ 10; 温度为 60 ~ 65℃; 沉积速度为 15 ~ 20μm/h。

配方 3

组分	g/L	组分	g/L
NiSO ₄ ·6H ₂ O	25	K ₄ P ₂ O ₇	50
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	25	NH ₄ OH	10 ~ 20

pH 值为 10 ~ 11; 温度为 65 ~ 75℃; 时间为 5 ~ 10min; 厚度为 1 ~ 2.5μm; 适用基体为塑料。

配方 4

组分	g/L	组分	g/L
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	25 ~ 30	焦磷酸钠	60 ~ 70
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	20	1%琥珀酸乙辛磺	
NH_4Cl	45 ~ 50	酸钠	7 ~ 8 滴/L

pH 值为 9 ~ 10; 温度为 70 ~ 72℃; 沉积速度为 20 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。

配方 5

组分	g/L	组分	ml/L
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	25	氨水 ($\rho = 0.9\text{g}/\text{ml}$)	30 ~ 50
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	25	焦磷酸钠	80

pH 值为 9 ~ 10; 温度为 65℃; 沉积速度为 12 ~ 15 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。

3. 中、低温化学镀镍

配方 1

组分	g/L	组分	用量
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	30	焦磷酸钠	60g/L
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	30	三乙醇胺	100ml/L

pH 值为 9.5 ~ 10.5; 温度为 40 ~ 60℃; 沉积速度为 10 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。

配方 2

组分	g/L	组分	用量
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	40	三乙醇胺	25ml/L
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	25	碳酸	4g/L
柠檬酸钠	20		

pH 值为 9.2; 温度为 45 ~ 50℃。

配方 3

组分	g/L	组分	g/L
$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	25	醋酸钠	10
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	25	硫酸胍	10

pH 值为 4 ~ 5; 温度为 30 ~ 40℃; 适用基体为玻璃。

配方 4

组分	g/L	组分	g/L
$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	25 ~ 30	焦磷酸钠	30
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	25 ~ 30	碳酸钠	40 ~ 50

pH 值为 9.5 ~ 10; 温度为 45 ~ 50℃; 沉积速度为 10 ~ 15 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。

配方 5

组分	g/L	组分	g/L
$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	30	柠檬酸铵	50
$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	20		