

中国电子元件行业协会团体标准

T/CECA XXXX—XXXX

铝电解电容器用电极箔

Electrode foil for aluminum

electrolytic capacitor

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国电子元件行业协会 发布

目 次

前言..... III

引言..... IV

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 型号命名..... 3

 4.1 箔的规格..... 3

 4.2 示例..... 3

5 要求..... 4

 5.1 外观..... 4

 5.2 尺寸..... 4

 5.3 静电容量（C）标称值的排列..... 5

 5.4 额定化成电压（Vfe）..... 14

 5.5 测试耐压（Vt）..... 14

 5.6 升压时间（Tr）..... 14

 5.7 耐水合性..... 15

 5.8 表面残留氯离子浓度..... 15

 5.9 表面附着铜浓度..... 16

 5.10 抗拉强度和折曲强度..... 15

6 试验方法..... 16

 6.1 试验气候条件..... 16

 6.2 试样选取位置..... 16

 6.3 外观..... 18

 6.4 尺寸..... 18

 6.5 升压时间（Tr）..... 18

 6.6 测试耐压（Vt）..... 18

 6.7 静电容量（C）..... 18

 6.8 耐水合性..... 18

 6.9 表面残留氯离子浓度..... 18

 6.10 表面附着铜含量..... 18

6.11	抗拉强度.....	18
6.12	折弯强度.....	19
6.13	有毒有害物质 Pb、Hg、Cd 和 Cr ⁶⁺	20
7	验收规则.....	20
7.1	交收试验.....	20
7.2	检验批.....	21
7.3	合格判定.....	21
8	包装、标志、运输和贮存.....	21
8.1	包装.....	21
8.2	标志.....	21
8.3	运输.....	22
8.4	贮存.....	22
附录 A	（规范性附录） 测试耐压及升压时间测试方法.....	23
附录 B	（规范性附录） 电极箔静电容量测试方法.....	26
附录 C	（规范性附录） 电极箔表面残留氯离子浓度测试方法.....	29
附录 D	（规范性附录） 合金阴极箔表面附着铜含量测试方法	31
附录 E	（规范性附录） 腐蚀箔化成的处理法.....	33
附录 F	（资料性附录） 箔厚和单位质量的面积对照表	37

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准的附录A、附录B、附录C、附录D和附录E为规范性附录，附录F为资料性附录。

本标准由中国电子元件行业协会电容器分会提出。

本标准由中国电子元件行业协会电容器分会归口。

本标准起草单位：南通海星电子股份有限公司、宜都东阳光化成箔有限公司、肇庆华峰电子铝箔股份有限公司、吴江飞乐天和电子材料有限公司、苏州纳诺富尔材料科技有限公司。

本标准主要起草人：陈健、李宝良、王文宝、陈德庆、袁永。

中电元协团体标准报批稿

引 言

本团体标准为自愿采用。提请使用方注意，采用本团体标准时，应根据各自产品特点，确认本团体标准的适用性。

中电元协团体标准报批稿公示

铝电解电容器用电极箔

1 范围

本标准规定了铝电解电容器用电极箔（以下简称箔）的型号命名、要求、试验方法、检验规则、包装、贮存、运输、标志。

本标准适用于铝电解电容器用电极箔（包括：阳极化成箔、阳极腐蚀箔、阴极化成箔、阴极箔、复合阳极箔、复合阴极箔、引出箔）。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

SN/T 2004.4 电子电气产品中铅、镉、铬的测定

SN/T 2004.6 电子电气产品中汞的测定

SN/T 2004.7 电子电气产品中铅、镉的测定

GB/T 29783 电子电气产品中六价铬的测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 箔 foil

用于铝电解电容器的铝箔。

3.2 电极箔 electrode foil

经过一种或几种加工处理的作为铝电解电容器电极材料的箔，处理包括但不限于腐蚀处理、化成处理或覆盖特殊材料。

3.3 光箔 plain foil

没有经过特别处理的轧制箔，处理包括但不限于腐蚀处理、化成处理或覆盖特殊材料。

3.4 化成处理 forming procedure

箔表面进行电化学阳极氧化生成介质铝(Al_2O_3)的过程。

3.5 化成箔 formed foil

表面经过化成处理的箔。

3.6 复合化成处理 composite anodic oxidation

箔表面进行复合化成处理生成复合介质的过程。

3.7 复合化成箔 composite anodized foil

表面经过复合化成处理的箔。

3.8 腐蚀处理 **etching procedure**

光箔经过化学或电化学腐蚀的过程。

3.9 腐蚀箔 **etched foil**

经过化学或电化学腐蚀扩面，表面未经化成处理的箔，包含阴极腐蚀箔、低压阳极腐蚀箔和中高压阳极腐蚀箔。

3.10 阳极箔 **anode foil**

电容器作为阳极用的箔。

3.11 阴极箔 **cathode foil**

电容器作为阴极用的箔。

3.12 复合阴极箔 **composite cathode foil**

在光箔、腐蚀箔或化成箔的表面覆盖特定材料的阴极箔。

3.13 额定耐压 (Vf) **rated withstand voltage**

化成箔额定耐压值。

3.14 额定化成电压 (Vfe) **forming voltage**

对腐蚀箔进行处理时，所加的最终电压值。

3.15 静电容量 (C) **electrostatic capacity**

单位电压储存的电荷量。

3.16 升压时间 (Tr) **arrival time**

对化成箔按规定电流升压到化成箔额定耐压 (Vf) 90% 的值时所用的时间。

3.17 测试耐压 (Vf) **test withstand voltage**

对化成箔按规定电流升压到化成箔额定耐压 (Vf) 90% 的值180秒后所维持的电压值。

3.18 纯水 **pure water**

电导率 $\leq 0.5\mu\text{S}/\text{cm}$ 的去离子水 ($25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$)。

3.19 水合处理 **hydration treatment**

箔在 $\geq 95^{\circ}\text{C}$ 的高温纯水中煮沸处理。

3.20 耐水合性试验 **hydration test**

箔经水合处理后，对其电性能稳定性的测试。

3.21 耐水合性处理后升压时间 (Tr₆₀) **arrival time after hydration treatment**

箔经水合处理60min后被测定的升压时间。

3.22 中高压阳极化成箔 medium and high voltage formed anode foil

$V_f > 170V$ 的阳极化成箔（特规箔除外）。

3.23 低压阳极化成箔 low voltage formed anode foil

$V_f \leq 170V$ 的阳极化成箔（特规箔除外）。

3.24 阴极化成箔 formed cathode foil

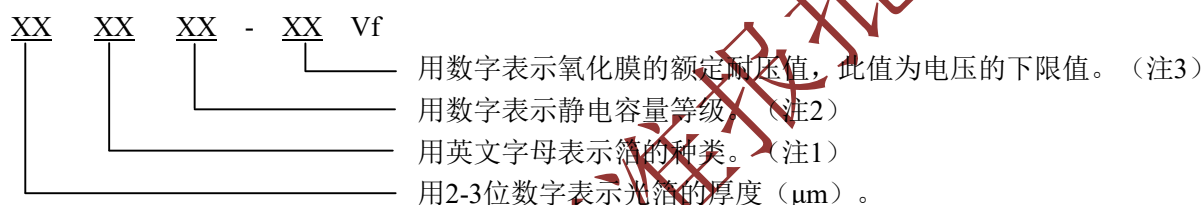
经过化成处理的阴极箔。

3.25 引出箔 tip foil

用于铝电解电容器的电极箔铆接引出，包含阳极引出箔和阴极引出箔。

4 型号命名

4.1 箔的规格



注1：阴极箔或阴极化成箔此处的字母是区别箔为纯铝系列（CP）还是合金系列（CA）；

引出箔此处的字母是指含铝纯度值，TP 表示含铝 99.99%，TN 表示含铝 99.9%。

注2：数字越大，静电容量越大；

复合阴极箔、引出箔无此项。

注3：腐蚀箔此处的电压为额定化成电压 V_{fe} 。

4.2 示例

箔规格的典型表示示例见表1。

表1 箔规格的典型表示示例

箔类型	光箔型号	箔厚度 (μm)	箔系列	静电 容量 等级	额定耐压Vf 额定化成电压Vfe 膜层类型
中高压阳极化成箔	110HA05-290Vf	110	中高压HA	05	290
	115HD06-530Vf	115	高电压HD	06	530
	110HC13-390Vf	110	闪光灯HC	13	390
	115HB06-880Vf	115	超高压HB	06	880
	90HS02-460Vf	90	马达启动HS	02	460
中高压阳极腐蚀箔	120HE10-520Vfe	120	中高压腐蚀HE	10	520
低压阳极化成箔	65FC05-135Vf	65	中容量FC	05	135
	90FT18-51Vf	90	高容量FT	18	51
	104LH18-170Vf	104	高电压LH	18	170
高介低压阳极化成箔	105LW25-21Vf	105	超高容量LW	25	21
低压阳极腐蚀箔	95LE20-20Vfe	95	低压腐蚀LE	20	20
阴极化成箔	40CP03-2Vf	40	纯铝系CP	03	2
阴极箔	20CA01-0Vf	20	合金系CA	01	0
	50CP08-0Vf	50	纯铝系CP	08	0
复合阴极箔	30NF01	30	NF	-	01
阳极引出箔	110TN-590Vf	110	普通型TN	-	590
	104TP-610Vf	104	高纯型TP	-	610

5 要求

5.1 外观

箔外观应洁净、均匀一致。若其表面有针孔、斑点、色调变化、粉末、条纹、皱纹等，应不影响箔性能。

5.2 尺寸

5.2.1 箔厚度偏差不应超过标称厚度的 $\pm 10\%$ 。

5.2.2 箔标称宽度及允许偏差应符合表2规定。

表2 箔标称宽度及允许偏差

电极箔卷种类	标称宽度	允许偏差
--------	------	------

	mm	mm
中高压阳极化成箔卷	500	+ 1 - 8
中高压阳极腐蚀箔卷	500	+ 1 - 2
低压阳极化成箔卷	500	+ 1 - 4
高介低压阳极化成箔卷	500	+ 1 - 4
低压阳极腐蚀箔卷	500	+ 1 - 2
阴极化成箔卷	500	+ 1 - 2
阴极箔卷	500	+ 1 - 1
复合阴极箔卷	500	+ 1 - 1
引出箔	500	+ 1 - 2

5.2.3 箔卷直径、管芯规格及允许接头数应符合表 3 规定。

表3 箔卷直径、管芯规格及允许接头数

电极箔卷种类	箔卷 类型	箔卷外径 (Φ) mm	箔卷管芯内 径 mm	箔卷管芯 长度 mm	允许接头数 个
中高压阳极化成箔卷 中高压阳极腐蚀箔卷 低压阳极化成箔卷 高介低压阳极化成箔卷 低压阳极腐蚀箔卷 阴极化成箔卷 阴极箔卷 复合阴极箔卷 引出箔卷	小卷	$\Phi \leq 230$	40^{+2}_{-0}	508^{+3}_{-3}	≤ 1
	中卷	$230 < \Phi \leq 320$	75^{+2}_{-0}	600^{+1}_{-1}	≤ 2
	大卷	$320 < \Phi \leq 400$	75^{+2}_{-0}	600^{+1}_{-1}	≤ 3
注1：接头处应有明显标识，且两个接头之间最短距离为50m，接头与箔末端之间最短距离应大于50m； 注2：卷芯长度不小于箔宽，卷芯不允许凹入箔卷。					

5.3 静电容量（C）标称值的系列

5.3.1 中高压阳极化成箔静电容量标称值的典型系列表应符合表 4 至表 6 规定，静电容量的允许偏差 - 5%~ + 10%，静电容量离散率 $\leq 10\%$ 。

表4 中高压阳极化成箔静电容量（C）标称值的典型系列表

系列	静电容量标称值（ $\mu\text{F}/\text{cm}^2$ ）
----	--------------------------------------

规格	Vf	210	235	240	260	270	290	335	365	420
HA01		1.00	0.89	0.86	0.79	0.75	0.70	0.60	0.53	0.43
HA02		1.20	1.07	1.04	0.96	0.90	0.81	0.74	0.65	0.51
HA03		1.50	1.34	1.30	1.19	1.13	1.05	0.90	0.79	0.63
HA04		1.70	1.52	1.47	1.35	1.28	1.20	1.03	0.88	0.70
HA05		2.00	1.80	1.74	1.59	1.51	1.42	1.20	1.05	0.76
HA06		2.20	1.96	1.90	1.74	1.66	1.58	1.34	1.17	0.85
HA07		2.40	2.16	2.08	1.92	1.82	1.75	1.46	1.27	0.93
HA08		2.60	2.35	2.27	2.09	1.97	1.92	1.58	1.38	1.03
HA09		2.80	2.55	2.46	2.26	2.13	2.08	1.73	1.51	1.13
HA10		3.00	2.76	2.67	2.45	2.31	2.25	1.89	1.65	1.23
HA11		3.20	2.96	2.86	2.62	2.47	2.42	2.03	1.77	1.33
HA12		3.40	3.16	3.06	2.80	2.63	2.58	2.17	1.90	1.43
系列	静电容量标称值 (μF/cm ²)									
规格	Vf	460	470	510	530	580	600	660	670	710
HD01		0.37	0.35	0.32	0.30	0.26	0.25	0.21	0.21	0.178
HD02		0.45	0.42	0.40	0.37	0.32	0.30	0.26	0.25	0.212
HD03		0.55	0.52	0.48	0.45	0.39	0.37	0.32	0.31	0.263
HD04		0.60	0.56	0.52	0.50	0.43	0.40	0.34	0.33	0.291
HD05		0.67	0.63	0.57	0.55	0.48	0.45	0.38	0.37	0.330
HD06		0.75	0.71	0.64	0.62	0.54	0.52	0.44	0.43	0.384
HD07		0.82	0.78	0.70	0.68	0.59	0.57	0.49	0.47	0.420
HD08		0.90	0.86	0.76	0.74	0.65	0.61	0.52	0.51	0.455
HD09		0.98	0.93	0.83	0.78	0.68	0.65	0.55	0.54	0.485
HD10		1.06	1.00	0.89	0.84	0.73	0.69	0.59	0.58	0.516
HD11		1.14	1.08	0.95	0.90	0.78	0.73	0.63	0.62	0.546
HD12		1.22	1.07	1.02	0.95	0.82	0.77	0.67	0.61	0.577

表4 (续)

系列		静电容量标称值 ($\mu\text{F}/\text{cm}^2$)									
规格	Vf	740	780	810	850	880	920	950	990	1030	1100
HB01		0.172	0.158	0.142	0.132	0.124	0.114	0.107	0.098	0.094	0.088
HB02		0.256	0.235	0.211	0.196	0.184	0.170	0.159	0.146	0.140	0.131
HB03		0.293	0.269	0.242	0.224	0.211	0.195	0.183	0.167	0.161	0.150
HB04		0.329	0.302	0.271	0.251	0.237	0.218	0.205	0.187	0.180	0.168
HB05		0.360	0.330	0.297	0.275	0.259	0.239	0.224	0.205	0.197	0.185
HB06		0.387	0.356	0.320	0.296	0.279	0.257	0.241	0.221	0.212	0.199
HB07		0.415	0.381	0.343	0.317	0.299	0.275	0.258	0.237	0.228	0.213
HB08		0.443	0.407	0.365	0.338	0.319	0.294	0.275	0.253	0.243	0.228
HB09		0.470	0.432	0.388	0.359	0.339	0.313	0.292	0.269	0.259	0.242
HB10		0.498	0.457	0.411	0.380	0.359	0.332	-	-	-	-
HB11		0.526	0.482	-	-	-	-	-	-	-	-
HB12		0.554	0.507	-	-	-	-	-	-	-	-

表5 中高压阳极化成箔闪光灯用 HC 系列静电容量 (C) 标称值的典型系列表

系列		静电容量标称值 ($\mu\text{F}/\text{cm}^2$)							
规格	Vf	360	365	370	375	390	395	405	415
HC10		0.86	0.85	0.82	0.81	0.79	0.78	0.73	0.72
HC11		0.92	0.91	0.88	0.87	0.84	0.83	0.78	0.77
HC12		0.98	0.97	0.94	0.93	0.89	0.88	0.83	0.82
HC13		1.05	1.04	1.01	1.00	0.95	0.94	0.89	0.88
HC14		1.12	1.10	1.08	1.07	1.01	1.00	0.95	0.94
HC15		1.19	1.17	1.15	1.13	1.07	1.06	1.01	1.00
HC16		1.26	1.24	1.22	1.20	1.13	1.12	1.07	1.06
HC17		1.36	1.34	1.31	1.29	1.22	1.20	1.16	1.15
HC18		1.47	1.45	1.42	1.40	1.32	1.30	1.25	1.23

表6 中高压阳极化成箔马达启动用 HS 系列静电容量 (C) 标称值的典型系列表

系列		静电容量标称值 (μF/cm ²)											
规格	Vf	130	135	140	145	155	160	175	180	184	200	220	230
HS01		1.25	1.21	1.15	1.14	1.06	1.03	0.94	0.91	0.89	0.83	0.74	0.69
HS02		1.36	1.32	1.25	1.24	1.15	1.12	1.02	0.99	0.96	0.90	0.80	0.75
HS03		1.48	1.44	1.36	1.34	1.25	1.21	1.11	1.08	1.05	0.98	0.87	0.82
HS04		1.61	1.56	1.48	1.46	1.36	1.32	1.21	1.17	1.14	1.06	0.95	0.89
HS05		1.75	1.70	1.61	1.59	1.48	1.43	1.31	1.27	1.24	1.15	1.03	0.97
HS06		1.89	1.84	1.74	1.72	1.60	1.54	1.41	1.37	1.34	1.24	1.11	1.05
系列		静电容量标称值 (μF/cm ²)											
规格	Vf	235	240	250	260	270	280	300	320	325	340	350	360
HS01		0.68	0.67	0.63	0.60	0.58	0.55	0.50	0.47	0.46	0.44	0.42	0.40
HS02		0.74	0.73	0.69	0.65	0.63	0.60	0.54	0.51	0.50	0.47	0.46	0.44
HS03		0.80	0.79	0.75	0.71	0.68	0.65	0.59	0.55	0.54	0.52	0.50	0.48
HS04		0.87	0.86	0.81	0.77	0.74	0.71	0.64	0.60	0.59	0.56	0.54	0.52
HS05		0.95	0.93	0.88	0.84	0.80	0.77	0.70	0.66	0.64	0.61	0.59	0.57
HS06		1.03	1.00	0.95	0.91	0.86	0.83	0.76	0.70	0.69	0.66	0.64	0.62
系列		静电容量标称值 (μF/cm ²)											
规格	Vf	380	400	420	435	460	480	500	530	560	580	600	660
HS01		0.39	0.37	0.35	0.33	0.31	0.30	0.29	0.26	0.24	0.23	0.23	0.15
HS02		0.42	0.40	0.38	0.36	0.34	0.33	0.31	0.29	0.26	0.25	0.25	0.16
HS03		0.46	0.43	0.41	0.40	0.37	0.36	0.34	0.31	0.29	0.28	0.27	0.17
HS04		0.50	0.47	0.45	0.43	0.40	0.39	0.37	0.34	0.31	0.30	0.29	0.19
HS05		0.54	0.51	0.49	0.47	0.44	0.42	0.40	0.37	0.34	0.33	0.31	0.21
HS06		0.58	0.55	0.53	0.51	0.48	0.45	0.43	0.40	0.37	0.36	0.33	0.23

5.3.2 中高压阳极腐蚀箔静电容量标称值的典型系列表应符合表 7 规定, 静电容量的允许偏差 - 5%~ + 10%, 静电容量离散率≤14%。

表7 中高压阳极腐蚀箔静电容量（C）标称值的典型系列表

规格系列	静电容量标称值（ $\mu\text{F}/\text{cm}^2$ ）			
	Vfe=200V	Vfe=375V	Vfe=520V	Vfe=600V
HE01	1.02	0.51	0.28	-
HE02	1.30	0.63	0.34	0.16
HE03	1.46	0.72	0.40	0.22
HE04	1.58	0.76	0.42	0.28
HE05	1.65	0.78	0.44	0.32
HE06	1.81	0.84	0.48	0.38
HE07	1.88	0.88	0.52	0.40
HE08	1.92	0.90	0.54	0.42
HE09	2.12	0.95	0.58	0.45
HE10	2.22	1.00	0.62	0.48
HE11	2.32	1.05	0.65	0.52
HE12	2.40	1.10	0.68	0.54
HE13	2.48	1.15	0.72	0.56
HE14	2.56	1.20	0.75	0.58
HE15	2.64	1.25	0.78	0.60
HE16	2.72	1.30	0.81	0.62
HE17	2.80	1.35	0.84	0.64
HE18	2.88	1.40	0.87	0.66

5.3.3 低压阳极化成箔和低压阳极腐蚀箔静电容量标称值的典型系列表应分别符合表 8 至表 12 规定，静电容量的允许偏差 - 5%~ + 15%，静电容量离散率 $\leq$ 14%。

表8 低压阳极化成箔中容量 FC 系列静电容量 (C) 标称值的典型系列表

系列		静电容量标称值 (μF/cm ²)									
规格	Vf	8	9	10	11	13	14	21	23	33	36
FC03		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FC04		-	-	46	42	36	33	22	20	13	12
FC05		-	-	50	46	39	36	24	22	15	13
FC06		-	-	56	51	44	40	27	25	17	15
FC07		-	-	62	56	48	43	30	27	19	17
FC08		-	-	68	63	53	47	33	30	21	19
FC09		-	-	74	68	58	50	35	33	22	20
FC10		99	88	79	71	61	52	36	34	23	21
FC11		110	100	90	82	72	62	40	38	26	24
FC12		120	110	98	90	82	72	50	48	33	30
FC13		130	120	105	96	86	78	55	50	35	32
FC14		140	130	110	98	90	82	58	54	38	34
FC15		150	140	118	105	95	90	62	58	40	36
系列		静电容量标称值 (μF/cm ²)									
规格	Vf	47	51	67	73	85	92	105	115	135	145
FC03		-	-	-	-	2.2	2.0	1.6	1.4	1.1	1.0
FC04		8.7	7.7	5.6	5.0	4.1	3.5	2.9	2.6	2.0	1.7
FC05		9.7	8.6	6.2	5.5	4.5	3.7	3.2	2.9	2.2	1.9
FC06		11	10	7.5	6.2	5.0	4.0	3.6	3.1	2.6	2.1
FC07		13	12	8.2	6.7	5.5	4.2	3.9	3.5	2.8	2.3
FC08		14	13	8.7	7.3	5.9	4.5	4.3	3.8	3.0	2.6
FC09		15	14	9.1	7.8	6.3	5.0	4.6	4.1	3.4	2.8
FC10		16	15	9.5	8.2	6.5	5.5	5.2	4.5	3.6	3.2
FC11		18	16	10	8.8	7.0	6.0	5.6	4.8	3.8	3.4
FC12		21	19	11	10	7.5	6.5	6.0	5.0	4.2	3.6
FC13		22	20	12	11	8.0	7.0	6.2	5.2	4.4	3.8
FC14		23	21	13	12	8.5	7.5	6.5	5.5	4.5	4.0
FC15		24	22	14	13	9.0	8.0	7.0	5.8	4.7	4.2

表9 低压阳极化成箔高容量 FT 系列静电容量 (C) 标称值的典型系列表

系列		静电容量标称值 (μF/cm ²)									
规格	Vf	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14
FT11		-	-	-	-	101	92.0	84.2	77.8	67.6	63.5
FT12		-	-	-	-	106	96.9	89.1	82.6	72.2	67.9
FT13		-	-	-	-	111	100	91.0	86.4	75.6	71.2
FT14		-	-	-	-	115	105	97.1	90.2	79.0	74.5
FT15		-	-	-	-	127	116	106	98.6	86.3	81.2
FT16		-	-	-	-	134	123	113	105	92.6	87.4
FT17		-	-	-	-	142	131	120	112	100	94.5
FT18		-	-	-	-	149	138	128	120	106	101
FT19		-	-	-	-	168	155	144	134	119	112
FT20		-	-	-	-	181	167	155	145	128	121
FT21		344	309	292	244	195	180	168	157	138	131
FT22		362	326	307	256	211	195	181	169	149	141
FT23		381	343	317	265	227	209	194	180	158	149
FT24		400	360	327	265	243	225	210	196	174	164
FT25		419	377	337	274	254	235	219	205	182	171
系列		静电容量标称值 (μF/cm ²)									
规格	Vf	21	23	33	36	47	51	67	73	85	92
FT11		45.9	42.1	28.0	22.5	18.3	16.4	11.0	9.57	7.34	6.34
FT12		47.8	44.0	30.0	25.4	19.5	17.5	11.6	10.1	7.73	6.67
FT13		49.0	45.3	31.7	27.2	20.7	18.6	12.2	10.6	8.12	7.00
FT14		52.6	48.5	33.2	30.1	21.6	19.3	12.8	11.2	8.52	7.34
FT15		57.5	53.0	36.4	33.1	23.8	21.3	14.1	12.2	9.28	7.96
FT16		62.4	57.6	39.6	36.0	25.8	23.1	15.2	13.1	9.96	8.53
FT17		68.2	63.0	43.7	39.8	27.4	24.4	16.2	13.9	10.5	9.01
FT18		71.7	66.1	45.0	40.8	29.1	26.0	17.2	15.0	11.5	9.94
FT19		79.1	72.5	48.4	43.6	30.7	27.3	17.8	15.4	11.7	10.1
FT20		85.4	78.3	52.1	46.9	32.8	29.1	18.1	16.2	12.5	10.8
FT21		92.2	84.6	56.3	50.6	35.4	31.4	20.3	17.5	13.2	11.3
FT22		99.6	91.3	60.8	54.7	38.2	33.9	21.9	18.9	-	-
FT23		104	95.4	63.1	56.8	43.2	37.7	-	-	-	-
FT24		116	106	70.5	63.3	46.3	40.4	-	-	-	-
FT25		121	111	73.6	66.1	44.8	39.7	-	-	-	-

表10 复合低压阳极化成箔超高容量 LW 系列静电容量 (C) 标称值的典型系列表

系列	静电容量标称值 (μF/cm ²)
----	-------------------------------

规格	Vf	8	9	10	11	13	14
LW18		149	138	128	120	106	101
LW19		168	155	144	134	119	112
LW20		181	167	155	145	128	121
LW21		195	180	168	157	138	131
LW22		211	195	181	169	149	141
LW23		227	209	194	180	158	149
LW24		243	225	210	196	174	164
LW25		254	235	219	205	182	171
LW26		266	246	228	213	198	184
LW27		282	255	236	224	210	195
LW28		-	-	-	-	222	206
LW29		-	-	-	-	234	217
LW30		-	-	-	-	245	227
系列		静电容量标称值 (μF/cm ²)					
规格	Vf	21	23	33	36	47	51
LW18		71.7	66.1	45.0	40.8	29.1	26.0
LW19		79.1	72.5	48.4	43.6	30.7	27.3
LW20		85.4	78.3	52.1	46.9	32.8	29.1
LW21		92.2	84.6	56.3	50.6	35.4	31.4
LW22		99.6	91.3	60.8	54.7	38.2	33.9
LW23		104	95.4	63.1	56.8	43.2	37.7
LW24		116	106	65.2	58.1	44.8	39.7
LW25		121	110	67.8	59.7	46.3	40.4
LW26		128	115	69.5	61.2	-	-
LW27		132	120	70.5	63.3	-	-
LW28		138	126	71.5	64.0	-	-
LW29		142	130	73.6	66.1	-	-
LW30		150	137	76.5	68.3	-	-

表11 低压阳极化成箔高电压 LH 系列静电容量 (C) 标称值的典型系列表

系列		静电容量标称值 (μF/cm ²)							
规格	Vf	85	92	105	115	135	145	155	170

LH14	9.96	8.53	6.81	5.80	4.37	3.85	2.75	2.53
LH15	10.5	9.01	7.56	6.41	4.76	4.15	3.09	2.84
LH16	11.5	9.94	8.31	7.01	5.14	4.45	3.55	3.27
LH17	11.7	10.1	8.89	7.50	5.43	4.65	3.82	3.51
LH18	12.5	10.8	9.30	7.86	5.75	4.98	4.26	3.92
LH19	13.2	11.3	10.7	9.04	6.54	5.61	4.80	4.42
LH20	14.0	12.5	11.3	9.58	6.98	6.06	5.19	4.77
LH21	14.8	13.2	11.9	10.1	7.61	6.56	5.58	5.05
LH22	15.5	14.0	12.5	10.5	8.00	7.00	5.72	5.15

表12 低压阳极腐蚀箔静电容量（C）标称值的典型系列表

规格系列	静电容量标称值（ $\mu\text{F}/\text{cm}^2$ ）		
	Vfe=20V	Vfe=80V	Vfe=132V
LE03	-	3.6	2.20
LE04	20.0	4.2	2.55
LE05	22.8	4.8	2.91
LE06	25.4	5.3	3.21
LE07	28.0	5.7	3.45
LE08	32.6	6.1	3.70
LE09	36.2	6.7	4.06
LE10	38.0	7.0	4.24
LE11	44.6	7.5	4.55
LE12	47.0	7.9	4.79
LE13	48.8	8.4	5.09
LE14	52.4	9.0	5.45
LE15	56.6	9.4	5.70
LE16	61.0	10.1	6.12
LE17	66.0	10.9	6.61
LE18	69.2	11.7	7.09
LE19	75.0	12.2	7.39
LE20	80.8	12.8	7.76
LE21	87.2	13.5	8.18
LE22	95.0	14.4	8.73
LE23	99.0	15.2	9.21
LE24	108.0	15.8	9.58

5.3.4 阴极箔与复合阴极箔静电容量标称值的典型系列表应符合表 13 规定，静电容量 $\geq$ 额定值，静电容量离散率 $\leq 20\%$ 。

表13 阴极箔与复合阴极箔静电容量（C）标称值的典型值系列表

阴极箔 规格系列	静电容量标称值 （ $\mu\text{F}/\text{cm}^2$ ）	复合阴极箔 规格系列	静电容量标称值 （ $\mu\text{F}/\text{cm}^2$ ）
C01	50	NF01	≥ 30

C02	75	NF02	≥ 20
C03	100	-	-
C04	125	-	-
C05	150	-	-
C06	180	-	-
C07	210	-	-
C08	250	-	-
C09	300	-	-
C10	350	-	-
C11	400	-	-
C12	450	-	-
C13	500	-	-
C14	550	-	-
C15	600	-	-
C16	650	-	-
C17	≥ 700	-	-

5.4 额定化成电压 (V_{fe})

5.4.1 中高压阳极腐蚀箔额定化成电压典型值应符合表 14 规定。

表14 中高压阳极腐蚀箔额定化成电压典型值系列表

中高压阳极腐蚀箔	额定化成电压典型值 V			
V _{fe}	200	375	520	600

5.4.2 低压阳极腐蚀箔额定化成电压典型值应符合表 15 规定。

表15 低压阳极腐蚀箔额定化成电压典型值系列表

低压阳极腐蚀箔	额定化成电压典型值 V		
V _{fe}	20	80	132

5.5 测试耐压 (V_t)

测试耐压 (V_t) 应不小于额定耐压 (V_f)。

5.6 升压时间 (T_r)

- 中高压阳极化成箔升压时间 (T_r) 应不大于 (0.2V_f+150) s;
- 低压阳极化成箔升压时间 (T_r) 应不大于 (0.5V_f+100) s;
- 高介低压阳极化成箔升压时间 (T_r) 应不大于 (0.5V_f+100) s;
- 腐蚀箔化成处理后, 判定标准同 a)或 b) 或 c)。

5.7 耐水性

- 中高压阳极化成箔水合处理后升压时间 (T_{r60}) 应小于 100s;

- b) 低压阳极化成箔水合处理后升压时间（ Tr_{60} ）应小于升压时间（ Tr ）；
- c) 高介低压阳极化成箔水合处理后升压时间（ Tr_{60} ）应小于升压时间（ Tr ）；
- d) 阴极箔水合处理 1 小时后静电容量（ C ）损失应不大于 10%。

5.8 表面残留氯离子浓度

- a) 低压腐蚀箔和静电容量标称值大于 $100\mu F/cm^2$ 的阴极箔表面残留氯离子浓度不大于 $2.0mg/m^2$ （以投影面积计算）。
- b) 其他箔表面残留氯离子浓度不大于 $1.0mg/m^2$ （以投影面积计算）。

5.9 表面附着铜浓度

合金阴极箔表面附着铜含量箔厚为 $20\sim 30\mu m$ 应小于 $15mg/m^2$ ，箔厚 $40\sim 50\mu m$ 应小于 $30mg/m^2$ （以投影面积计算）。

5.10 抗拉强度和折曲强度

5.10.1 中高压阳极化成箔、中高压阳极腐蚀箔的抗拉强度和折曲强度应符合表 16 规定。

表16 中高压阳极化成箔、中高压阳极腐蚀箔的抗拉强度和折曲强度

箔厚 μm	中高压阳极化成箔		中高压阳极腐蚀箔	
	抗拉强度 N/cm	折曲强度 次	抗拉强度 N/cm	折曲强度 次
50/55	≥ 18.6	≥ 65	≥ 18.6	≥ 65
60/65	≥ 18.6	≥ 65	≥ 18.6	≥ 65
70/75	≥ 18.6	≥ 65	≥ 18.6	≥ 65
80/85	≥ 19.6	≥ 50	≥ 19.6	≥ 50
90/95	≥ 19.6	≥ 50	≥ 19.6	≥ 50
100/105	≥ 19.6	≥ 40	≥ 19.6	≥ 40
110/115	≥ 19.6	≥ 40	≥ 19.6	≥ 40
120/125	≥ 19.6	≥ 40	≥ 19.6	≥ 40
130/135	≥ 19.6	≥ 40	≥ 19.6	≥ 40
140/145	≥ 19.6	≥ 40	≥ 19.6	≥ 40
150	≥ 19.6	≥ 40	≥ 19.6	≥ 40

5.10.2 低压阳极化成箔、低压阳极腐蚀箔的抗拉强度和折曲强度应符合表 17 的规定。

表17 低压阳极化成箔、低压阳极腐蚀箔的抗拉强度和折曲强度

箔厚 μm	低压阳极化成箔		低压阳极腐蚀箔	
	抗拉强度 N/cm	折曲强度 次	抗拉强度 N/cm	折曲强度 次
50/55	≥ 14.7	≥ 55	≥ 14.7	≥ 60

60/65	≥14.7	≥55	≥14.7	≥60
70/75	≥15.6	≥50	≥15.6	≥55
80/85	≥16.7	≥50	≥16.7	≥55
90/95	≥16.7	≥40	≥16.7	≥45
100/105	≥17.6	≥40	≥17.6	≥45
110/115	≥17.6	≥40	≥17.6	≥45
120/125	≥17.6	≥40	≥17.6	≥45
130/135	≥17.6	≥40	≥17.6	≥45
140/145	≥17.6	≥40	≥17.6	≥45
150	≥17.6	≥40	≥17.6	≥45

5.10.3 阴极化成箔、阴极箔、复合阴极箔的抗拉强度和折曲强度应符合表 18 规定。

表18 阴极化成箔、阴极箔、复合阴极箔的抗拉强度和折曲强度

箔厚 μm	状态	抗拉强度 N/cm	折曲强度 次
15	硬或半硬	≥11.8	≥40
20			
30			
40	软	≥13.7	≥60
50		≥13.7	
60		≥15.6	

5.10.4 铝电解电容器用电极箔有害物质 Pb、Hg、Cd 和 Cr⁶⁺ 的含量应符合表 19 规定。

表19 铝电解电容器用电极箔有害物质 Pb、Hg、Cd 和 Cr⁶⁺ 的含量限定

有毒有害物质名称	Pb	Hg	Cd	Cr ⁶⁺
含量限定范围 wt%	≤0.0100	≤0.0050	≤0.0050	≤0.0050

6 试验方法

6.1 试验气候条件

除非另有规定，试验应在温度15℃~35℃，相对湿度45%~75%，大气压86KPa~106KPa的条件下进行。

6.2 试样选取位置

除非另有规定，下列取样位置适用于耐压试验，静容量试验和耐水合性测试。箔卷左、右部位定义如图1所示，阳极箔和阴极箔取样位置如图2和图3所示。

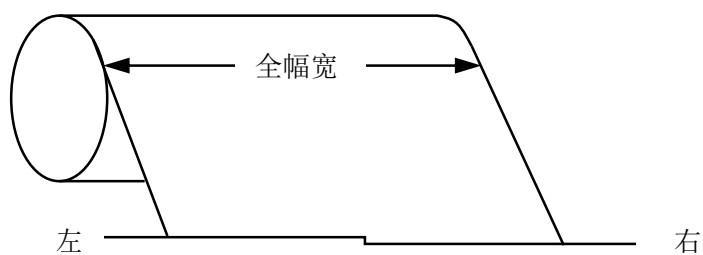
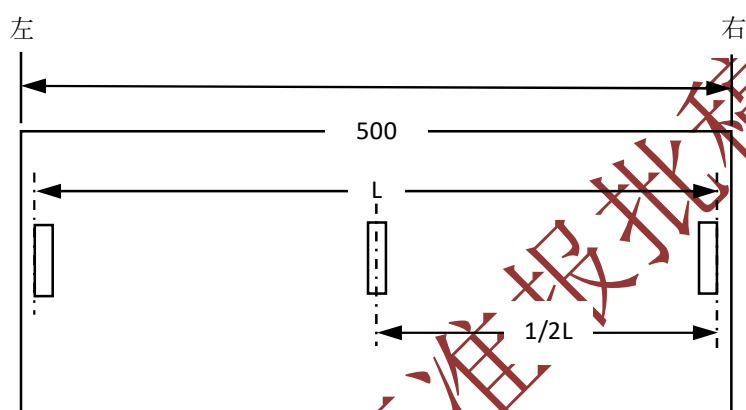


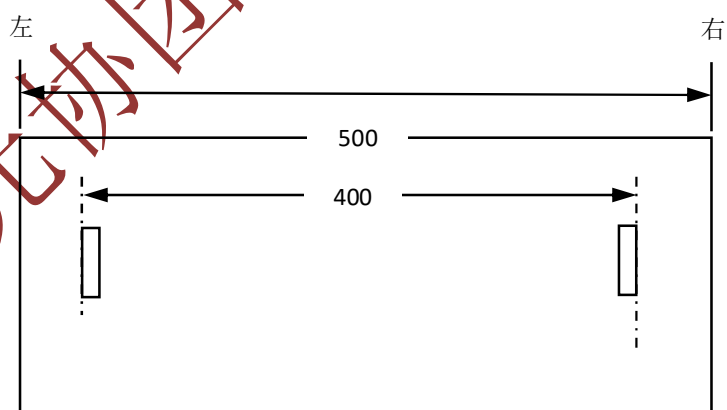
图1 箔卷左、右位置示意图



单位: mm

注: L为实际销售宽度, 可根据双方商议而定。一般情况下默认为480mm。

图2 阳极箔取样位置示意图



单位: mm

图3 阴极箔取样位置示意图

6.3 外观

箔外观检验采用目视检查。

6.4 尺寸

箔厚度用1级千分尺检验，箔卷宽度采用精度为1mm的直尺检验，接头数用目视检查。

6.5 升压时间 (Tr)

升压时间测定按附录A中规定的试验方法进行测定。

6.6 测试耐压 (Vt)

测试耐压按附录A中规定的方法进行测定。

6.7 静电容量 (C)

箔静电容量及其离散率按附录B中规定的试验方法进行测定。

6.8 耐水性

6.8.1 试验装置

水合处理槽容积为 $\geq 600\text{ml}$ 的不锈钢槽或烧杯，能使 $\geq 500\text{ml}$ 纯水保持不低于 95°C 的温度状态。

6.8.2 试验片

已进行静电容量测试的已按附录A进行测试耐压试验的化成箔，阴极箔。

6.8.3 试验步骤

6.8.3.1 把试验片用纯水洗净后，放入温度不低于 95°C 的纯水槽或烧杯中保持 $60\text{ min}\pm 1\text{ min}$ ，每次在水合处理槽内放置的试验片不超过六片，每次试验后更换纯水，注意沸水气泡不要损坏箔片；

6.8.3.2 水合处理后，将箔片从水槽中取出，化成箔按附录 A 测定水合处理后升压时间 (Tr_{60})，阴极箔按附录 B 测试静电容量。

6.9 表面残留氯离子浓度

表面残留氯离子浓度测量按附录C中规定的试验方法进行测定。

6.10 表面附着铜含量

合金阴极箔表面附着铜含量测量按附录D中规定的试验方法进行测定。

6.11 抗拉强度

6.11.1 试验品制备

阳极箔、阴极箔分别按图2、图3位置裁取 $(150\text{mm}\pm 10\text{mm}) \times (10\text{mm}\pm 0.3\text{mm})$ 长方形试验片，试验片形状和尺寸如图4所示。

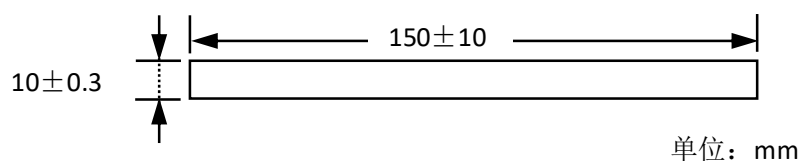


图4 试验片形状和尺寸示意图

6.11.2 试验步骤

将任意试验片装入合适的试验机夹具上，以 $10\text{mm}/\text{min} \pm 1\text{mm}/\text{min}$ 拉伸速度测定试验片断裂时的拉力，如试验片在夹持处断裂，则需重新试验。试验方法示意图及要求如图5所示。

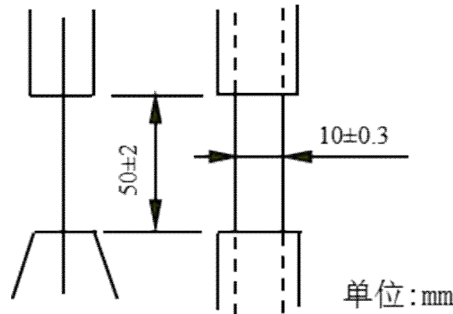


图5 试验方法示意图及要求

6.11.3 抗拉强度计算

按左、中、右位置记录好测试数据即为相应位置抗拉强度值。根据需要可对相应位置进行多张样片测试，测试值的算术平均值即为该位置抗拉强度值。

6.12 折曲强度

6.12.1 试验片制备

阳极箔、阴极箔分别按图2、图3位置裁取 $(150\text{mm} \pm 10\text{mm}) \times (10\text{mm} \pm 0.3\text{mm})$ 长方形试验片，试验片形状和尺寸见图4。

6.12.2 试验条件

6.12.2.1 夹头曲率半径

中高压阳极化成箔夹头曲率半径 R 为 $3.5\text{mm} \pm 0.35\text{mm}$ ，中高压腐蚀箔夹头曲率半径 R 为 $1.0\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ ，低压阳极箔和阴极箔夹头曲率半径 R 为 $0.5\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ 。

6.12.2.2 负载重量

负载重量为 $2.5\text{N} \pm 0.05\text{N}$ 。

6.12.2.3 弯曲角度

弯曲角度为 $90^\circ \pm 2^\circ$ 。

6.12.2.4 弯曲往返速度

弯曲往返速度为6次/s。

6.12.3 试验步骤

将任意试验片装入折曲机的夹具上，开启折曲机并记录试验片断裂时折曲次数，每一弯曲角度为一次弯折数，折曲测试方法和折弯次数的计算如图6所示，共需测量五个有效试验片。

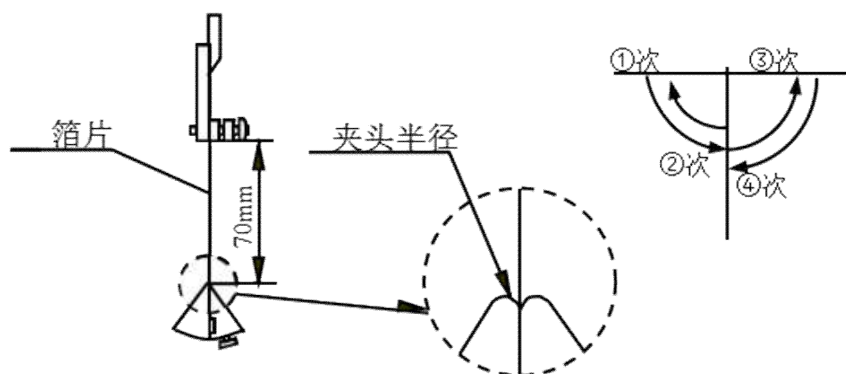


图6 折曲测试方法和折弯次数计算示意图

6.12.4 折弯次数计算

按左、中、右位置记录好测试数据即为相应位置折曲次数值。根据需要可对相应位置进行多张样片测试，测试值的算术平均值即为该位置折曲次数值。

6.13 有毒有害物质 Pb、Hg、Cd 和 Cr^{6+}

按照SN/T 2004.6的规定测定电极箔的汞含量，按照SN/T 2004.4或SN/T 2004.7的规定测定电极箔的铅、镉含量，按照GB/T 29783的规定测定电极箔的六价铬含量。

7 验收规则

7.1 交收试验

7.1.1 电极箔交收试验项目见表 20。

表20 电极箔交收试验项目表

电极箔种类	外观及尺寸	电性能测试				化学性能测试	机械性能测试	
		升压时间	测试耐压	静电容量	耐水合性	箔残留氯离子浓度	抗拉强度	折曲强度
中高压阳极化成箔	●	●	●	●	●	●	●	●
低压阳极化成箔	●	●	●	●	●	●	●	●

腐蚀箔	●	-	●	●	-	●	●	●
阴极箔	●	-	-	●	●	●	●	●
阴极化成箔	●	●	●	●	●	●	●	●
复合阴极箔	●	-	-	●	-	-	●	●
阳极引出箔	●	●	●	-	-	●	●	-
阴极引出箔	●	-	-	-	-	●	●	-
注：“●”为交收试验的项目。								

7.1.2 电极箔交收试验项目对应的要求和试验方法见表 21。

表21 电极箔交收试验项目对应的要求和试验方法章条号一览表

电极箔交收项目	要求章条号	试验方法章条号
外观	5.1	6.3
尺寸	5.2	6.4
升压时间	5.6	6.5
测试耐压	5.5	6.6
静电容量	5.3	6.7
耐水合性	5.7	6.8
箔残留氯离子浓度	5.8	6.9
抗拉强度	5.10	6.11
折曲强度	5.10	6.12

7.2 检验批

一卷产品构成一个检验批。

7.3 合格判定

按照表20规定的项目进行检验，全部项目合格，则判定该批合格。若有任一项目不合格，则判定该批不合格。

8 包装、标志、运输和贮存

8.1 包装

8.1.1 内包装

内包装先用牛皮纸包紧，放进干燥剂后外面套塑料薄膜袋，两端扎紧，以防湿气进入，或采用真空包装，在箔卷两端用木板或泡沫塑料等固定。

8.1.2 外包装

小卷产品用纸箱包裹。对需要长途或海运时，可用木箱加固。

8.2 标志

标志应一式两份，一份贴在纸箱的端部，另一份装在箔卷包装塑料袋内。

标志内容如下：

- a) 制造厂商标、名称、地址，需要时应加条码；
- b) 规格；
- c) 生产批号和生产日期；
- d) 该卷箔的长度、厚度、面积、质量等；
- e) 表 20 规定的项目检验值（静电容量应标头、尾值）；
- f) 检验员（或代号）和检验日期；
- g) 光箔纯度；
- h) 执行标准号。

8.3 运输

可用任何运输工具进行运输。

8.4 贮存

箔卷应放在空气流通的仓库内，库房温度应在 $0^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不超过75%，不直接与地面接触，周围环境应无氯化物或其他有害气体，箔卷直到使用前均应密封保管不得与水接触。

储藏有限期为六个月，超过此期限的产品在使用前重新进行测量。

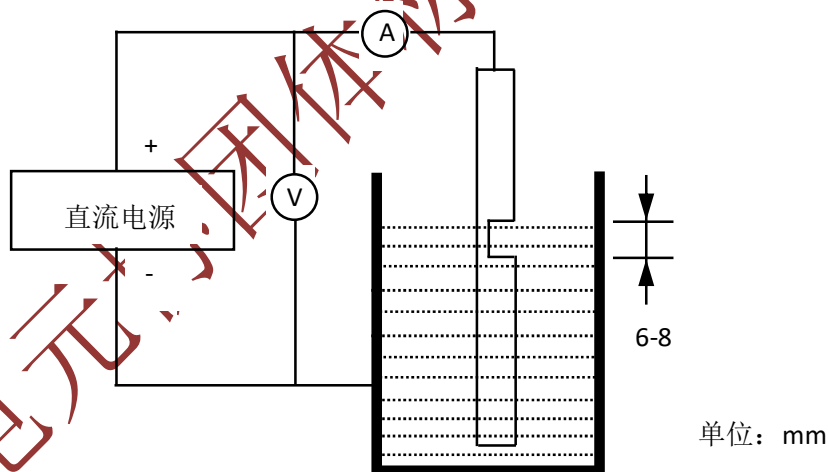
附录 A
(规范性附录)
测试耐压及升压时间测试方法

A.1 测试装置

- A.1.1 直流电源，纹波系数小于2%；稳压精度 $\pm 3\%$ 。
- A.1.2 直流电流表，内阻应远小于负荷阻值。
- A.1.3 直流电压表，内阻 $1\text{M}\Omega$ 以上，准确度 $\pm 0.5\%$ 。
- A.1.4 测定槽，容量大于500ml，深度 $100\text{mm} \pm 20\text{mm}$ 材料可用不锈钢（SUS 304）或其他不影响测量结果的材料。
- A.1.5 温度计，量程为 100°C ，精度为 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。
- A.1.6 Pt电极，材料纯度99.99%以上，投影面积 $\geq 2\text{cm}^2$ 。

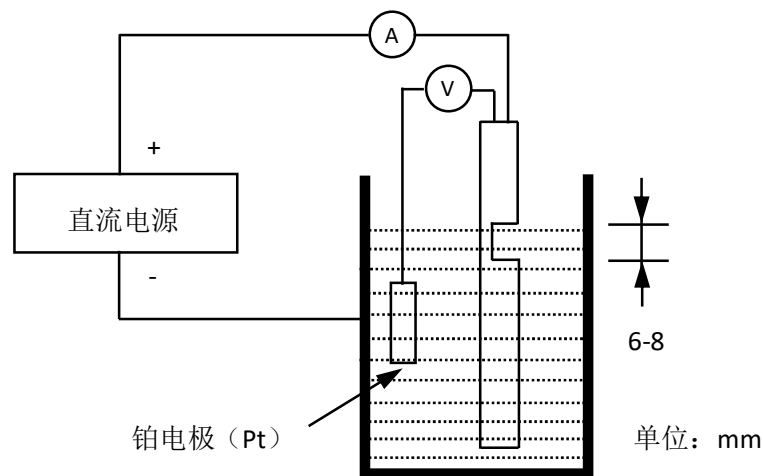
A.2 测试电路示意图

- A.2.1 中高压阳极化成箔和腐蚀箔、 $\geq 7.7\text{V}$ 低压阳极化成箔和腐蚀箔、阳极引出箔耐压测试示意图如图A.1所示。



图A.1 中高压阳极化成箔和腐蚀箔、 $\geq 7.7\text{V}$ 低压阳极化成箔和腐蚀箔、阳极引出箔耐压测试示意图

- A.2.2 $< 7.7\text{V}$ 低压阳极化成箔和腐蚀箔、阴极化成箔耐压测试示意图如图A.2所示。



图A.2 <7.7V 低压阳极化成箔和腐蚀箔、阴极化成箔耐压测试示意图

A. 3 测试液

A. 3.1 中高压阳极化成箔和腐蚀箔用测试液

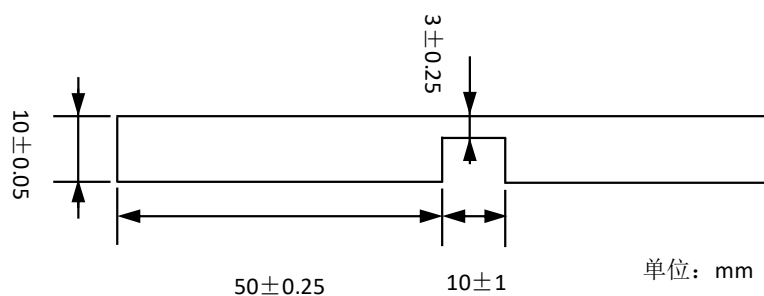
称取70g硼酸（电容器级）溶于1000ml纯水中，使测试液的电导率在 $70^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 时为 $133.3^{+5.5}_{-5.1}\mu\text{S}/\text{cm}$ ；pH在 $50^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 时为 $3.2^{+1.0}_{-0.5}$ 。

A. 3.2 低压阳极化成箔和腐蚀箔、阴极化成箔用测试液

称取150g己二酸铵（电容器级）溶于1000ml纯水中，使测试液的电导率在 $70^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 时为 $15.4^{+4.6}_{-3.6}\cdot 10^4\mu\text{S}/\text{cm}$ ；pH在 $50^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 时为 $6.7^{+0.5}_{-1.5}$ 。

A. 4 试验片尺寸

试验片形状和尺寸如图A.3所示。



图A.3 试验片形状和尺寸示意图

A. 5 测试电流

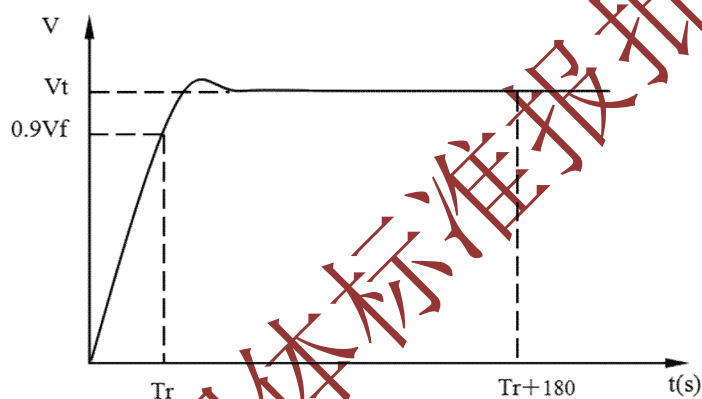
中高压阳极化成箔测试电流为 $2\text{mA} \pm 0.1\text{mA}$ ；中高压腐蚀箔测试电流 $4\text{mA} \pm 0.1\text{mA}$ ；低压阳极化成箔测试电流为 $1\text{mA} \pm 0.1\text{mA}$ ；低压腐蚀箔测试电流为 $2\text{mA} \pm 0.1\text{mA}$ ；阴极化成箔测试电流为 $1\text{mA} \pm 0.1\text{mA}$ ；阳极引出箔测试电流为 $4\text{mA} \pm 0.1\text{mA}$ 。

A. 6 测试液温度

测试液温度为 $85^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 。

A. 7 测试程序

A. 7.1 把化成箔试验片浸入测试液内（如图A.1和图A.2所示），通过上述规定的测试电流记录电压上升曲线。从通电开始直到电压升到 V_f 的90%所用的时间，作为升压时间（ T_r ）进行记录。把从 T_r 开始 $180\text{s} \pm 10\text{s}$ 后到达的电压作为测试耐压（ V_t ）进行记录，如图A.4所示。



图A.4 升压时间和耐压测试示意图

A. 7.2 进行测试耐压测试的化成箔试验片经水合处理后，把试验片浸入测试液内（如图A.1和图A.2所示），记录从通电开始直到电压升到 V_f 的90%所用的时间，作为水合处理后升压时间（ T_{r60} ），记录从 T_{r60} 开始 $60\text{s} \pm 5\text{s}$ 后到达的电压作为水合处理后测试耐压。

A. 7.3 腐蚀箔试验片经附录E化成处理后，把经化成处理后的腐蚀箔试验片浸入测定液内（如图A.1和图A.2所示），通过上述规定的测试电流，记录从通电开始电压升到 V_{fe} 的90%所用的时间起 $60\text{s} \pm 5\text{s}$ 后，达到的电压作为测试耐压（ V_t ）。

附 录 B
(规范性附录)
电极箔静电容量测试方法

B.1 测试装置

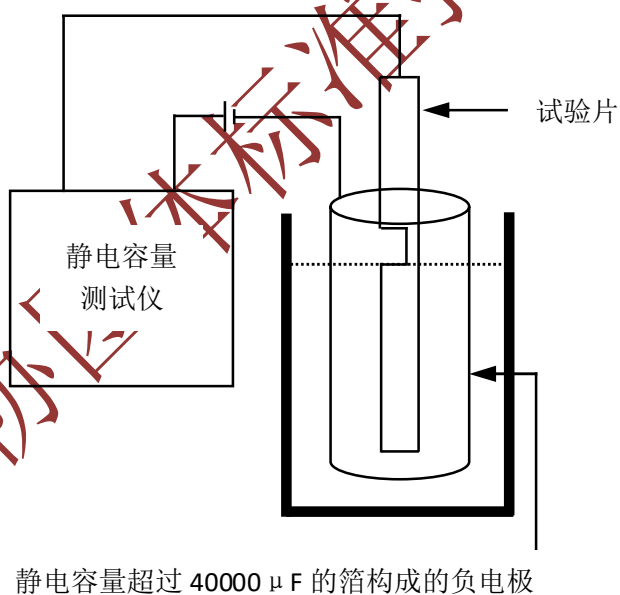
B.1.1 静电容量测定仪，测量电压0.5Vrms以下，准确度 $\pm 2\%$ ，测量频率 $120\text{Hz} \pm 5\text{Hz}$ 。

B.1.2 测量槽容量，200ml玻璃杯。

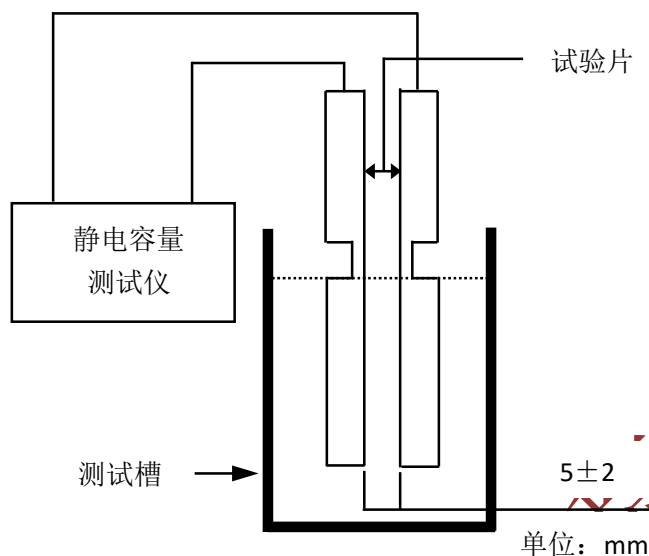
B.1.3 温度计，量程为 100°C ，精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

B.2 测试电路

$\geq 7.7\text{V}$ 阳极化成箔和腐蚀箔静电容量测试电路示意图如图B.1所示， $< 7.7\text{V}$ 阳极化成箔和腐蚀箔、阴极箔和复合阴极箔静电容量测试电路示意图如图B.2所示。测试频率为 120Hz ；中高压测试时所加偏压为 $1.5\text{V} \sim 2.0\text{V}$ 直流电压。



图B.1 $\geq 7.7\text{V}$ 阳极化成箔和腐蚀箔静电容量测试电路示意图



图B.2 <7.7V 阳极化成箔和腐蚀箔、阴极箔和复合阴极箔静电容量测试电路示意图

B.3 测试液

B.3.1 中高压阳极化成箔和腐蚀箔用测试液

称取80g五硼酸铵（电容器级）溶于1000ml纯水中，使测定液的电导率在70°C±2°C时为 $3.3^{+0.7}_{-0.4} \cdot 10^4 \mu\text{S/cm}$ ；pH在50°C±2°C时为 $7.4^{+0.5}_{-1.5}$ 。

B.3.2 低压阳极化成箔和腐蚀箔、阴极箔和复合阴极箔用测试液

称取150g己二酸铵（电容器级）溶于1000ml纯水中，使测定液的电导率在70°C±2°C时为 $15.4^{+4.6}_{-3.6} \cdot 10^4 \mu\text{S/cm}$ ；pH在50°C±2°C时为 $6.7^{+0.5}_{-1.5}$ 。

B.4 试验片形状及尺寸

试验片形状及尺寸如图A.3所示

B.5 测试程序

B.5.1 将试验片按图B.1和图B.2放入温度为30°C±2°C的恒温测试槽，试验片的被测部分上端应与液面相切。

B.5.2 接上电源，用静电容量测定仪测出静电容量值 C_m 。阴极箔、复合阴极箔直接测量，腐蚀箔经附录E化成处理法处理后测量，化成箔用经附录A测试耐压方法测试完的箔进行测试。

B.6 静电容量计算式

B.6.1 ≥7.7V阳极化成箔和腐蚀箔静电容量

阳极化成箔和腐蚀箔静电容量按式（B.1）计算：

$$C = \frac{Cm}{5} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：
C—1cm²的静电容量，单位为微法每平方厘米（μF/cm²）；
Cm—静电容量测定值，单位为微法（μF）。

B. 6. 2 <7.7V阳极化成箔和腐蚀箔、阴极箔和复合阴极箔静电容量

<7.7V阳极化成箔和腐蚀箔、阴极箔和复合阴极箔静电容量按式（B.2）计算：

$$C = \frac{(Cm \times 2)}{5} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：
C—1cm²的静电容量，单位为微法每平方厘米（μF/cm²）；
Cm—静电容量测定值，单位为微法（μF）。

B. 7 静电容量离散率

静电容量离散率按式（B.3）计算：

$$\text{静电容量离散率} = \frac{C_{\max} - C_{\min}}{\bar{C}} \times 100\% \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：
C_{max}—箔卷头、尾样试验片中静电容量最大值；
C_{min}—箔卷头、尾样试验片中静电容量最小值；
 $\bar{C}$ —箔卷头、尾样全部试验片静电容量的平均值。

附 录 C
(规范性附录)
电极箔表面残留氯离子浓度测试方法

C.1 测试装置

- C.1.1 离心机, 转速 $\geq 50\text{r/s}$ (3000r/min)。
- C.1.2 离心管, 容量50ml。
- C.1.3 温水浴槽, 容积为2L, 温度控制范围: $80^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$ 、 $30^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- C.1.4 比浊装置, 附有荧光灯的暗箱。
- C.1.5 比浊管, 具有20ml刻度线的相同容积和形状的试管。
- C.1.6 温度计, 量程 100°C , 精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。
- C.1.7 三角烧瓶, 容积100ml。
- C.1.8 吸量管, 容积5ml。
- C.1.9 冷却槽, 容积3L烧杯或不锈钢槽。
- C.1.10 镊子, 不锈钢材料。

C.2 测试试剂

- C.2.1 0.2%氢氧化钠水溶液: 把氢氧化钠 (优级纯) 2g溶于1L纯水中, 保存在聚乙烯容器中。
- C.2.2 0.5%硝酸银水溶液: 把硝酸银 (优级纯) 2.5g溶于500ml纯水中, 保存在褐色瓶子里。
- C.2.3 60%硝酸溶液: 优级纯 ($\text{Cl}^{-}<0.5\text{mg/L}$)。
- C.2.4 1mg/L氯离子标准溶液: 称取1.649g于 $500^{\circ}\text{C}\sim 600^{\circ}\text{C}$ 温度灼烧至恒重的氯化钠基准试剂, 移入1L容量瓶中, 用水稀释至刻度, 摇匀。再从容量瓶中移取1.00ml至1L容量瓶中, 用水稀释至刻度线, 摇匀, 待用。

注: 制取氢氧化钠水溶液时, 要进行空白试验, 以确保没有被氯离子污染。根据需要, 可追加氯离子浓度标准液。

C.3 测试片

在箔片中央裁取纵向 ($100\text{mm}\pm 2\text{mm}$) $\times$ 横向 ($125\text{mm}\pm 2.5\text{mm}$) 的试验片, 并制备成 1cm^2 左右的测试片, 待用。

C.4 测试程序

C.4.1 抽出

把测试片用镊子放入100ml三角烧瓶中, 加入60ml 2%氢氧化钠水溶液, 搅拌1回~2回, 在室温下放置约7min。

C.4.2 抽出液的澄清处理

把上述水溶液倒入100ml容量瓶，试验片再用10ml纯水洗净（进行两次）一起倒入容量瓶。加入60%硝酸溶液3ml，把容量瓶放入80°C±10°C的温水浴槽内20min后取出冷至室温。用纯水稀释至100ml刻度线，摇匀，待用。

C. 4. 3 分取

对于检验腐蚀箔时，取出20ml上述液倒入比浊管即可作为试验液。对于化成箔，要取出30ml~40ml上述液，放在转速为50r/s的离心机上分离15min后，分取上面澄清的20ml倒入比浊管作为试验液用。

C. 4. 4 比浊定量

把七个比浊管分别用吸量管注入1mg/L氯离子基准液0、1ml、2ml、2.5ml、3ml、4ml及5ml，再分别往比浊管加入纯水至20ml，这时的氯离子浓度为0、1/20mg/L、2/20 mg/L、2.5/20 mg/L、3/20 mg/L、4/20 mg/L及5/20 mg/L作为标准液，往装有试验液和标准液的比浊管中加入60%硝酸溶液约1ml，每次加入后均要摇晃均匀，再放入30°C±2°C的温水浴槽中5min。

对温水浴槽中的每个比浊管滴入约2ml硝酸银溶液摇晃均匀，在遮光的状态下放置15min，把比浊试验管从温水槽中取出移至暗箱，把标准液和试验液进行浊度比较，即可得到试验液的氯离子浓度(Y)。

C. 5 电极箔表面残留氯离子浓度

电极箔表面残留氯离子浓度按式 (C.1) 计算：

$$X = Y / (10 \times S) \quad (C.1)$$

式中：

X—电极箔表面残留氯离子浓度，单位为毫克每平方米 (mg/m²)

Y—试验基液的氯离子浓度，单位为毫克每升 (mg/L)

S—试验箔投影面积，单位为平方米 (m²)，约0.0125m²。

附 录 D
(规范性附录)
合金阴极箔表面附着铜含量测试方法

D.1 测试装置

原子吸收光谱仪。

D.2 测试试剂

D.2.1 硝酸：优级纯（比重1.42）。

D.2.2 铜标准储存液：1mg/ml。

D.2.3 铜标准溶液：移取10.00ml，铜标准储存液于100ml容量瓶中，用水稀释至刻度，此溶液中铜含量为100μg/ml。

D.3 测试片

在距离箔卷尾部至少一米处的箔片中央截取纵向（50mm±1mm）×横向（100mm±2mm）的试验片，并将试验片制备成八条边长为25mm左右的测试片，待用。

D.4 测试程序

D.4.1 浸取液吸光度测量

量取25ml硝酸于200ml烧杯中，将烧杯放于30℃±1℃的水浴锅中，恒温后将测试片浸入烧杯中并轻轻摇动1分钟，充分浸取箔片表面的附着铜后取出，将浸取液移入100ml容量瓶中，用25ml纯水清洗测试片并将洗液倒入容量瓶中，重复两次，用水稀释至刻度，混匀。用原子吸收光谱仪，在324.8nm的波长处，以空气—乙炔火焰，用水调零测量浸取液的吸光度，并随同试样做空白。

D.4.2 标准曲线绘制

移取100μg/ml的标准溶液0ml、0.1ml、0.25ml、0.50ml、0.75ml、1.00ml分别于100ml溶样瓶中并分别加入25ml硝酸，用水稀释至刻度，混匀。用原子吸收光谱仪，在324.8nm波长处，以空气—乙炔火焰，以试剂空白调零测量标准溶液，绘制工作曲线。

D.5 计算

合金阴极箔表面附着铜含量按式（D.1）计算：

$$W = 100 \times (C - C_0) / S \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

W—合金阴极箔表面附着铜含量，单位为微克每平方米（μg/m²）；

C₀—试样空白中铜浓度，单位为微克每毫升（μg/ml）；

C—试样溶液中铜浓度，单位为微克每毫升（ $\mu\text{g/ml}$ ）；

S—试验片投影面积，单位 m^2 ，约为 0.005m^2 。

中电元协团体标准报批稿公示

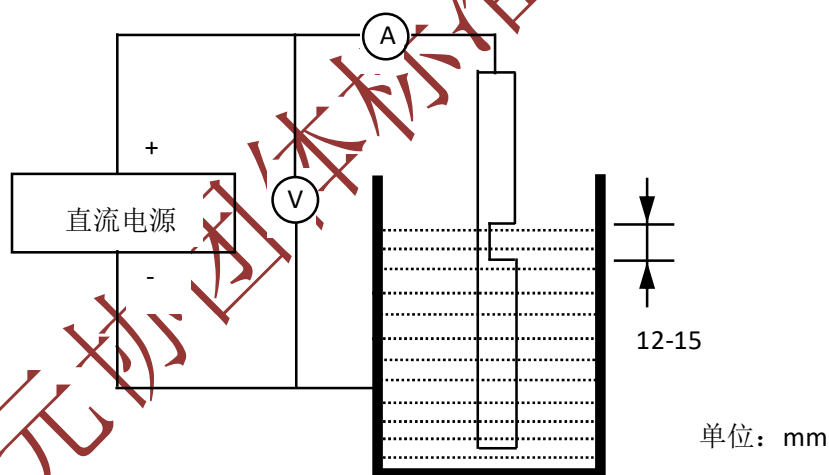
附 录 E
(规范性附录)
腐蚀箔化成处理法

E.1 化成装置

- E.1.1 直流电源，纹波系数小于2%，稳压准确度 $\pm 3\%$ 。
E.1.2 直流电压表，内阻不小于 $1\text{M}\Omega$ ，准确度 $\pm 5\%$ 。
E.1.3 直流电流表，内阻远小于负荷阻值。
E.1.4 化成槽，容积大于1000ml，液温 90^{+5}_{-2}C （中高压）及 85^{+5}_{-2}C （低压），化成槽材质为SUS 304或不影响实验结果的其他材料。
E.1.5 温度计，量程 100C ，精度为 $\pm 1\text{C}$ 。

E.2 试验电路

试验电路图如图E.1所示。



图E.1 腐蚀箔化成处理试验电路示意图

E.3 化成液成分

化成液成分见表E.1。

E.4 试验片

试验片形状和尺寸如图A.3所示。

E. 5 化成处理工艺

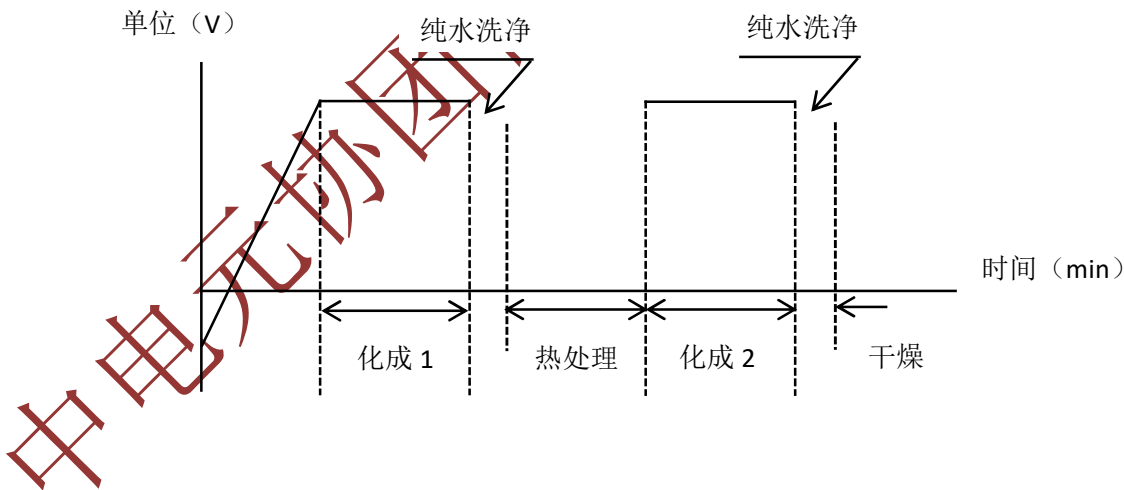
化成处理按图E.2工艺流程进行，具体参数见表E.2和表E.3，化成1和2时间是从到达Vfe后经过的时间，箔片进行化成处理时，试验片的被测部分应低于液面12mm~15mm。

E. 6 试验片测量

按附录B测量静电容量。

表E.1 化成液成分

成分	种类1	种类2	种类3	种类4
适用化成电压，V	≤110	110<Vfe≤200	200<Vfe≤500	500<Vfe≤650
纯水，ml	1000	1000	1000	1000
己二酸铵，g	150	-	-	-
硼酸，g	-	-	100	100
五硼酸铵，g	-	-	0.9	-
磷酸二氢铵，g	-	1.4	-	-
电导率（70℃±2℃） μS/cm	15.4 ^{+4.6} _{-3.6} ·10 ⁴	2564 ⁺¹⁰² ₋₉₅	606 ⁺¹⁹ ₋₁₈	277 ⁺¹³ ₋₁₁
pH（50℃±2℃）	6.7 ^{+0.5} _{-1.5}	4.8±0.5	3.5±0.5	3.0 ^{+1.0} _{-0.5}
注：药品标准均为电容器级。				



图E.2 化成处理工艺示意图

表E.2 低压用腐蚀箔化成处理工艺

化成电压	化成条件	化成处理工艺
------	------	--------

V		化成1	纯水洗净	热处理	化成2	纯水洗净	干燥
Vfe≤100	温度 ℃	85 ⁺⁵ ₋₂	常温	500±25	85 ⁺⁵ ₋₂	常温	≤100
	时间 min	10±1	-	2±0.2 (空气中)	2±0.2	-	-
	电流 A	0.25		-	0.25		
	化成液种类	1			1		
	化成电压 Vfe	规定值			规定值		
110<Vfe≤200	温度 ℃	85 ⁺⁵ ₋₂	常温	500±25	85 ⁺⁵ ₋₂	常温	≤100
	时间 min	10±1	-	2±0.2 (空气中)	2±0.2	-	-
	电流 A	0.25		-	0.25		
	化成液种类	2			2		
	化成电压 Vfe	规定值			规定值		

表E.3 中、高压用腐蚀箔化成处理工艺

化成电压	化成条件	化成处理工艺
------	------	--------

V		水处理	化成1	纯水洗净	热处理	化成2	纯水洗净	干燥
200<Vfe≤330	温度 ℃	≥95	90 ⁺⁵ ₋₂	常温	500±25	90 ⁺⁵ ₋₂	常温	≤100
	时间 min	5±1	10±1	-	2±0.2 (空气中)	5±0.5	-	-
	电流 A	-	0.25		-	0.25		
	化成液种类		3			3		
	化成电压 Vfe		规定值			规定值		
330<Vfe≤500	温度 ℃	≥95	90 ⁺⁵ ₋₂	常温	500±25	90 ⁺⁵ ₋₂	常温	≤100
	时间 min	10±1	10±1	-	2±0.2 (空气中)	5±0.5	-	-
	电流 A	-	0.25		-	0.25		
	化成液种类		3			3		
	化成电压 Vfe		规定值			规定值		
Vfe>500	温度 ℃	≥95	90 ⁺⁵ ₋₂	常温	500±25	90 ⁺⁵ ₋₂	常温	≤100
	时间 min	10±1	20±2	-	2±0.2 (空气中)	5±0.5	-	-
	电流 A	-	0.25		-	0.25		
	化成液种类		4			4		
	化成电压 Vfe		规定值			规定值		

附 录 F
(资料性附录)
箔厚和单位质量的面积对照表

F.1 箔厚和单位质量的面积对照参考表见表F.1。

表F.1 箔厚和单位质量的面积对照参考

箔厚 μm	单位质量的面积 m^2/Kg					
	阴极箔	复合阴极箔	低压阳极 腐蚀箔	低压阳极 化成箔	中高压阳极 腐蚀箔	中高压阳极 化成箔
15	25.0~26.0	-	-	-	-	-
20	22.3~22.5	22.3~22.5	-	-	-	-
30	13.9~16.7	13.9~16.7	-	-	-	-
40	11.2~13.8	11.2~13.8	-	-	-	-
50	9.0~11.8	9.0~11.8	-	-	-	-
55	-	-	10.8~12.0	9.1~11.8	7.3~7.8	6.1~6.4
60	-	-	10.0~11.0	8.3~10.8	7.1~7.5	6.0~6.3
65	-	-	9.2~10.2	7.7~10.0	6.8~7.4	5.8~6.1
70	-	-	8.5~9.4	7.1~9.3	6.6~7.2	5.7~5.9
75	-	-	8.0~8.8	6.6~8.7	6.3~6.8	5.6~5.7
80	-	-	7.5~8.3	6.2~8.1	6.1~6.6	5.3~5.5
85	-	-	7.0~7.8	5.8~7.6	5.9~6.2	5.1~5.4
90	-	-	6.6~7.3	5.5~7.2	5.7~6.2	4.8~5.3
95	-	-	6.3~7.0	5.2~6.8	5.5~6.0	4.6~5.2
100	-	-	6.0~6.6	5.0~6.5	5.3~5.8	4.5~5.0
104	-	-	5.7~6.4	4.8~6.3	5.1~5.6	4.2~4.8
110	-	-	5.4~6.0	4.5~5.9	4.9~5.4	4.1~4.6
115	-	-	5.2~5.8	4.3~5.7	4.6~5.0	3.9~4.4
120	-	-	5.0~5.5	4.1~5.4	4.4~4.8	3.7~4.3
125	-	-	4.8~5.3	4.0~5.2	4.2~4.6	3.6~4.2
130	-	-	4.6~5.1	3.8~5.0	4.0~4.4	3.4~4.0
140	-	-	-	-	3.7~4.1	3.2~3.7
150	-	-	-	-	3.5~3.8	3.0~3.5