

Изобретение относится к технологии элементов радиоэлектроники и может быть использовано в производстве катодной фольги окисдно-электролитических конденсаторов.

Наиболее близким по технической сущности является способ изготовления катодной фольги для электролитических конденсаторов, включающий вакуумное напыление пористого слоя титана толщиной 0,2-3 мкм на непрерывно перемещающуюся алюминиевую фольгу. Напыление осуществляют в присутствии инертных газов при давлении  $1 \cdot 10^{-2}$ - $5 \cdot 10^{-1}$  Па (патент США № 4763229, МКИ H01G9/00, 09.08.1988).

Недостатком прототипа является высокое удельное электрическое сопротивление пленки неустойчивых оксидов титана, которая образуется на пористом слое титана под воздействием кислорода воздуха при извлечении напыленной фольги из вакуумной камеры.

Кроме того, пленка оксидов закрывает с течением времени субмикропоры, составляющие значительную долю пор в напыленном покрытии, что уменьшает пористость слоя. В результате удельная емкость катодной фольги не превышает 1250 мкФ/см<sup>2</sup>.

Недостатком является также то, что фольга не проходит тесты на кипячение из-за наличия сквозных пор напыленного слоя и постепенного окисления поверхностного слоя алюминия под ним, что так же приводит к уменьшению удельной емкости фольги.

В основу изобретения поставлена задача создать такой способ изготовления катодной фольги для электролитических конденсаторов, при котором на непрерывно перемещающуюся гладкую алюминиевую фольгу напыляют один слой, а затем второй слой материала, создавая плотный и пористый слои, при этом для напыления используют новые материалы, что позволяет увеличить удельную емкость фольги, стойкость ее к тестам на кипячение и в итоге улучшить удельные электрические характеристики конденсаторов.

Поставленная задача достигается тем, что в известном способе изготовления катодной фольги для электролитических конденсаторов, предусматривающем вакуумное напыление пористого слоя титана толщиной 0,2-3 мкм на непрерывно перемещающуюся алюминиевую фольгу, напыление пористого слоя титана проводят с добавлением иттрия до 1% в реактивной среде кислорода и азота или осушенного воздуха при давлении  $1 \cdot 10^{-2}$ - $6,5 \cdot 10^{-1}$  Па, причем напыление проводят на плотный слой, полученный при напылении титана с добавлением иттрия до 1% в среде без газа.

Сравнение предлагаемого способа с прототипом позволило установить, что он отличается от последнего тем, что напыляемая фольга состоит из двух слоев, наносимых последовательно, при этом используется новый материал титан-иттрий, иттрия добавляется до 1%, напыление плотного защитного слоя осуществляется без напуска газов, а напыление пористого слоя осуществляется в реактивной среде кислорода и азота или осушенного воздуха.

При напылении в вакууме на алюминиевую фольгу без натекания газов подслоя из металлов титан-иттрий происходят следующие процессы: атомарный титан разрушает естественную пленку  $Al_2O_3$  на поверхности алюминиевой фольги и образует с алюминием переходной слой Al-Ti с малым электрическим сопротивлением, близким к титану. На сплав титан-алюминий напыляется плотный слой титан-иттрия толщиной до 1 мкм с тонкой устойчивой пленкой шпинели  $TiO_2 \cdot Y_2O_3$ , которая припятствует проникновению электролита к алюминиевой фольге.

Подслой титан-иттрий напыляется с тигля с титаном, на поверхности которого находится ванна-посредник с иттрием. Под ванной-посредником понимают расплав небольшой навески материала (иттрия около 10-20% объема всего расплава). Применение ванны-посредника позволяет испарять титан и конденсировать его в атомарном виде, что невозможно получить при прямом испарении титана, когда испаряется капельная фракция. Использование ванны-посредника позволяет увеличить скорость испарения в 5-7 раз, а также ввести в подслой небольшое количество иттрия до 1%. Напыление пористого слоя титан-иттрий толщиной 0,2-3 мкм осуществляют в присутствии азота и кислорода или осушенного воздуха при давлении  $1 \cdot 10^{-2}$ - $6,5 \cdot 10^{-1}$  Па. При этом на поверхности подслоя получается слой с высокой пористостью, малым удельным электрическим сопротивлением и хорошей стабильностью по емкости. Осуществляя реактивное напыление пористого слоя титана-иттрия в присутствии кислорода и азота или воздуха, решается задача защиты поверхности пористого слоя титана-иттрия пленкой сложной по составу, состоящей из титана-иттрия и шпинелей  $TiO_2 \cdot Y_2O_3$ .

При использовании инертных газов также получается пористый слой титана, но без защитной пленки. Под действием воздуха и электролита постепенно на слое титана нарастают неустойчивые оксиды TiO, что приводит к уменьшению емкости. Применяя же только азот, также невозможно получить сложную защитную пленку. Только при использовании реактивного напыления в присутствии азота и кислорода или воздуха сплава титан-иттрий получается стойкая защитная пленка.

Таким образом, нанесение на алюминиевую фольгу пористого слоя титана-иттрия на плотный подслой титана-иттрия позволяет получить катодную фольгу с удельной емкостью, превышающую удельную емкость аналогов.

Образование шпинелей с введением иттрия до 1% резко в обоих слоях улучшают свойства фольги при кипячении в воде, увеличивают химическую стойкость поверхности. При этом высокая удельная емкость может быть получена на фольге меньшей толщины.

Указанные выше особенности иллюстрируются следующими примерами (см. таблицу).

Пример 1

Испаряется титан в один слой в среде азота.

Изменяется давление газа

$5,6 \cdot 10^{-2}$ ;  $1 \cdot 10^{-2}$ ;  $1,5 \cdot 10^{-1}$ ;  $5 \cdot 10^{-1}$ ;  $6,5 \cdot 10^{-1}$ ;  $8 \cdot 10^{-1}$  Па

Получаем емкости соответственно

600 700 800 1200 1450 1500 мкф/см<sup>2</sup>

Изменение емкости после кипячения от -20 до 50%.

Пример 2

Испаряется титан с иттрием в первом слое, затем во втором слое испаряется титан с иттрием в среде азота и кислорода или осушенного воздуха.

Изменяется давление газа

$5,6 \cdot 10^{-2}$ ;  $1 \cdot 10^{-2}$ ;  $1,5 \cdot 10^{-1}$ ;  $5 \cdot 10^{-1}$ ;  $6,5 \cdot 10^{-1}$ ;  $8 \cdot 10^{-1}$  Па

Получаем емкости соответственно

1000 1700 1800 2200 2800 3000 мкф/см<sup>2</sup>

Изменение емкости после кипячения от -8 до +15%.

Таким образом, при использовании предлагаемого способа происходит увеличение емкости напыляемой фольги, а также повышается стабильность емкости после кипячения.

Применения данного способа изготовления катодной фольги в производстве алюминиевых электролитических конденсаторов позволит сократить расход катода и анода, конденсаторной бумаги, уменьшить габариты конденсаторов, повысить их удельные электрические характеристики.

Таблица

	Количество слоев		Применяе- мый газ	Давление газа, Па	Удельная емкость фольги, мкф/см <sup>2</sup>	Тест кипячения, С, %
	I	II				
Пример 1	Ti	-	N	$5,6 \cdot 10^{-2}$	600	-20
				$1 \cdot 10^{-2}$	700	-20
				$1,5 \cdot 10^{-1}$	800	-20
				$5 \cdot 10^{-1}$	1200	-40
				$6,5 \cdot 10^{-1}$	1450	-45
				$8 \cdot 10^{-1}$	1500	-50
Пример 2	TiY	TiY	N+O	$5,6 \cdot 10^{-2}$	1000	-8
				$1 \cdot 10^{-2}$	1700	+5
				$1,5 \cdot 10^{-1}$	1800	+5
				$5 \cdot 10^{-1}$	2200	+10
				$6,5 \cdot 10^{-1}$	2800	+15
				$8 \cdot 10^{-1}$	3000	+15