

да лантана, используемые для создания электронных пучков с повышенной плотностью тока.

Термоэлектронные катоды применяют во многих электроракуумных и газоразрядных приборах, в науч. и техн. установках.

Лит.: Фоменко В. С., Эмиссионные свойства материалов, 4 изд., К., 1981; Добрецов Л. Н., Гомоюнова М. В., Эмиссионная электроника, М., 1966; Термоэлектронные катоды, М.—Л., 1966. С. Г. Дмитриев.

ТЕРМОЭЛЕКТРОННЫЙ КАТОД (термокатод) — катод электроракуумных и газоразрядных приборов, эмитирующий электроны при нагревании (см. *Термоэлектронная эмиссия*). Осн. характеристики Т.к.: плотность эмиссионного тока насыщения j_s и её зависимость от темп-ры; рабочая темп-ра $T_{\text{раб}}$, обычно рекомендуемая для Т.к. данного типа; работа выхода Φ ; эффективность Т.к. η , равная отношению тока эмиссии к мощности, затрачиваемой на нагревание катода; срок службы. Чем меньше Φ , тем ниже $T_{\text{раб}}$, при к-рой достигается j_s , меньше скорость испарения активного вещества катода и, следовательно, больше его срок службы. Осн. типы Т.к.: металлические, полупроводниковые, металлопористые и боридные.

Металлические Т.к. изготавливаются из чистого металла или сплавов металлов. Это прямокальные Т.к., нагревающий их ток пропускается непосредственно через проволоку (спираль, ленту), эмитирующую электроны. Такие Т.к. находят ограниченное применение.

Полупроводниковые Т.к. К этому классу Т.к. относятся в осн. оксидные. Это эффективные Т.к. косвенного накала. Активным веществом в них являются оксиды металлов; в результате их прогревания (активирования), проводимого с целью повышения j_s , в объёме и на поверхности катода образуется избыток металла, обеспечивающий необходимую электропроводность Т.к. и снижение Φ . Существуют два типа оксидных катодов — низко- и высокотемпературные. В низкотемпературных оксидных Т.к., работающих при $T_{\text{раб}} \approx 900$ —1300 К, используются смеси оксидов щёлочно-земельных металлов Ва, Sr и Са. Из-за неустойчивости этих оксидов на воздухе их получают из исходных веществ — двойных или тройных карбонатов $(\text{BaSr})\text{CO}_3$, $(\text{BaSrCa})\text{CO}_3$. Последние наносятся на металлический керн, смонтированный вместе с подогревателем, и активируются прогреванием непосредственно в изготовляемом приборе при его откатке. При этом образуются оксиды металлов и одновременно нек-рое количество свободных атомов металлов. В высокотемпературных оксидных катодах активным веществом служат оксиды Y, Th и др. Рабочие темп-ры таких Т.к. в зависимости от материала подложки (Та, W, Re) лежат в диапазоне $T_{\text{раб}} \approx 1400$ —2000 К. Долговечность оксидных Т.к. ограничивается постоянным испарением оксидного покрытия, а также образованием промежуточного слоя между металлической подложкой, на к-рую наносится активный слой, и покрытием.

Металлопористые Т.к. Недостатки оксидных катодов были устранены благодаря созданию Т.к. с запасом активного эмиссионного вещества, названных металлопористыми (распределительными, или дисперсными) катодами. Они представляют собой металлическую губку из тугоплавкого металла (W, Re, Mo), содержащую соединения активных материалов, преимущественно Ва. При нагревании выделяющийся из соединений Ва диффундирует к поверхности, покрывая её тонкой плёнкой металла, снижающей Φ . В процессе работы Т.к. разрушающаяся вследствие испарения и воздействия остаточных газов плёнка возобновляется поступающим из пор Ва. Существует неск. типов металлопористых Т.к. Камерный или L-катод представляет собой камеру, заполненную карбонатом Ва—Sr и закрытую вольфрамовой стенкой-губкой. При нагревании карбонат разлагается, выделяя Ва, к-рый пополняет его запас в губке и на её наружной поверхности, эмитирующей электроны. Осн. недостатком этой модификации катодов является длительное время обезгаживания и разложения карбонатов. Этот недостаток был устранён благодаря использованию др. эмиссионно-

активных материалов — алюминатов и вольфраматов Ва, а также созданию др. модификаций металлопористых Т.к. — прессованных и пропитанных (импрегнированных). Прессованные металлопористые Т.к. изготавливаются в виде таблеток или керамических трубок путём прессования смеси из порошков активных веществ (оксидов, алюминатов, вольфраматов Ва) и порошков тугоплавких металлов (W) или сплавов W с др. металлами, напр. с Re. Пропитанные Т.к. получают пропитыванием вольфрамовой губки путём погружения её в расплав активного эмиссионного материала. Варьировались составы активных эмиссионных материалов (вольфраматы Ва и Ва—Са, скандаты) и материалы губки (W, Ni, смеси W с Ir, Os). Лучшими модификациями металлопористых Т.к., широко применяемыми на практике, являются катоды с алюминатом Ва—Са: $j_s \approx 4$ —10 А/см² при $T_{\text{раб}} \approx 1370$ К, срок службы — десятки тыс. часов. Металлопористые Т.к. используются в электронно-лучевых трубках, приборах СВЧ-диапазона. Изучаются металлопористые Т.к. с тонкими плёнками тугоплавких металлов на поверхности (Os, Ir, Ru, Pt). Лучшими свойствами обладают катоды с плёнкой Os.

Боридные Т.к. изготавливаются из металлоподобных соединений типа MB_6 (М — металл); наиб. распространение получили Т.к. из гексаборида лантана (LaB_6). Высокая механическая прочность и устойчивость к электронной и ионной бомбардировкам позволяют использовать такие Т.к. в режиме термополевой эмиссии при высокой напряжённости электрического поля ($\sim 10^6$ В/см), когда значительная часть эмиссионного тока обусловлена *автоэлектронной эмиссией*. Такие Т.к. применяются в ускорителях, а также в вакуумных устройствах, в к-рых Т.к. должны работать в условиях «плохого» вакуума, не отравляясь и обеспечивая электронные токи большой плотности. Перспективным направлением в улучшении свойств Т.к. из LaB_6 является использование монокристаллов LaB_6 ; так, с граней (100), (210) монокристалла снимаются большие токи, чем с поликристаллического LaB_6 .

Новым направлением в катодной электронике является разработка металлосплавных Т.к. Перспективными материалами для катодов этой серии являются сплавы благородных металлов (Pd, Pt, Ir) с редкоземельными (Ir с Се и La).

В табл. приведены осн. параметры применяемых на практике Т.к. (по данным разных авторов).

Лит.: Кудинцева Г. А. и др., Термоэлектронные катоды, М.—Л., 1966; Никонов Б. П., Оксидный катод, М., 1979; Cronin J. L., Modern dispenser cathodes, «Proc. IEE — I», 1981, v. 128, pt 1, № 1, p. 19. Б. С. Кульварская.

Тип катода	$T_{\text{раб}}$	j_s , А/см ²	Срок службы, час	Тип катода	$T_{\text{раб}}$	j_s , А/см ²	Срок службы, час		
Металлический: вольфрамовая проволочка диаметром 1 мм	2300	0,04	2 · 10 ⁵	Оксидный: Ва—Sr— — Са	1000	0,05— 0,15	2 · 10 ⁴		
								—»	1100
	—»	2500	0,3	8300	Y ₂ O ₃	1500— 1800	до 2	> 1000	
	—»	2700	1,6	500					
	—»	2900	7,3	46	Боридный: LaB ₆	1600	0,4	10 ⁵	
	Металлопористый: W—Ва	1000	1	10 ⁴		—»	1800	3,0	5000
—»		1100	3	4000		—»	1900	8,5	800
—»		1180	4—6	500— 2000		—»	2000	25	100
с алюминатом Ва—Са	1370	4—10	Десятки тыс.						