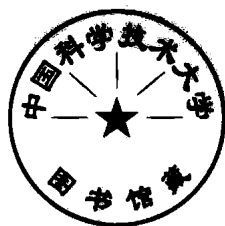


極陰物氧化

第一卷

G. 赫 孟, S. 華庚納著

沈慶垓譯



商務印書館

1960年·北京

本書是根據英國 Chapman and Hall, Ltd. 出版的“氧化物陰極”(The Oxide-Coated Cathode)第一卷 1951 年版譯出的。英文本係由德文原本譯成，德文原本的著者是赫孟 (G. Herrmann) 和華庚納 (S. Wagener)，英文譯本的譯者是華庚納。本書可供電子管製造技術工作者及研究工作者閱讀，亦可作為電子管製造、電氣真空等專業以及物理系電子學方面的參考用書。

原書分兩卷，第一卷論述氧化物陰極的製造技術，第二卷講解有關的物理現象。中文譯本仍分為兩卷出版。

氧 化 物 陰 極

第一卷

G. 赫孟, S. 華庚納著

沈 庚 埃 譯

商 務 印 書 館 出 版

北京東總布胡同 10 號

〔北京市書刊出版業營業許可證出字第 107 號〕

新 華 書 店 總 經 售

商 務 印 書 館 上 海 廠 印 刷

統一書號 13017·96

1956 年 2 月初版

開本 850×1168 1/32

1960 年 3 月上海第 3 次印刷

字數 110,000

印張 5

印數 4,501—5,500

定價：(10) 0.80 元

第一卷目錄

譯者序

第一卷序

第一章 導言	1
1. 氧化物陰極的歷史	1
2. 應用和各種型式	8
第二章 裝入管殼以前陰極的製造	16
3. 心金屬	16
4. 用作氧化層的發射漿的配製	27
5. 心金屬上發射漿的塗積	35
6. 旁熱式陰極的熱絲的製備和特性	46
第三章 裝入管殼以後陰極進一步的處理	57
7. 鹼土金屬碳酸鹽分解成爲氧化物	57
8. 陰極的激活	67
第四章 氧化物陰極的特性	76
9. 溫度量測和熱性質	76
9-1. 電阻法	76
9-2. 溫差電法	77
9-3. 輻射法(高溫計法)	78
9-4. 減速場電流法	81
9-5. 陰極的熱性質	82
10. 量測和比較發射值的方法	86
10-1. 短時量測法	87
10-2. 低溫測量法	89
10-3. 從減速場電流確定飽和電流	91
10-4. 運用發射電流作爲陰極溫度的函數來量測(欠熱靈敏度)	92
11. 可能獲得的發射和效率的實際數值	94

12. 氧化物陰極的不良性質	102
12-1. 氧化層的蒸發	102
12-2. 發射電流對氧化層溫度的影響	103
12-3. 由於塗層的不均勻性和塗層、核心間結結鬆懈而產生的效應(放火化)	108
12-4. 離子發射	113
12-5. 中毒靈敏度	114
13. 氧化物陰極的壽命	116
第五章 特種陰極	124
14. 用冷凝法製成的氧化物陰極	124
14-1. 製造	124
14-2. 特性	125
15. 鈦土陰極和核心激活式陰極	127
15-1. 鈦土陰極	128
15-2. 核心激活式陰極	129
16. 用在充氣管中的氧化物陰極	131
16-1. 整流管中的陰極	133
16-2. 放電燈中的陰極	137
16-3. 冷氧化物電極	143
參考文獻	1
姓名索引	3
名詞索引	6

第一章 導言

1. 氧化物陰極的歷史

熱體發射電子的現象在本世紀初曾由李查生加以解釋。然而，他的著作以及其他一切早期的工作，祇是關於以金屬作為電子發射體的研究。1903年韋納耳脫^{1, 2, 3}研究以鉑絲發射體來降低氣體放電的陰極位降的現象。在這種陰極上偶然觀察到一種現象，這便是發現一種新式的、更好的、稱為氧化物陰極的發射體的起點。

韋納耳脫觀察到，在800到1000°C的低溫和10到100伏特的低陽極電壓下，有明亮的藍色陰極線從鉑絲的若干部分上發射出來。由於這些部分的溫度很低，這種陰極線不可能是由鉑絲本身產生的。因此，韋納耳脫假定鉑絲的各該部分上有雜質存在，藉此來解釋這個效應。他假定這些雜質是從抽氣機管門上所用的油膏中出來的金屬氧化物。為了探究這種學說，韋納耳脫對各種金屬氧化物作了仔細的研究，發現鹼土金屬氧化物的電子發射特別顯著。由金屬氧化物組成的陰極，現在稱為塗氧化物陰極或者簡稱為氧化物陰極的，便是這些實驗的直接產物。

不久，韋納耳脫發現：李查生關於金屬的發射方程式也適用於氧化物陰極所發射的電子流上。他的研友秦熹¹○找出了各種金屬氧化物適合李查生方程式的逸出功的值。雖然求出的這些逸出功

○ 譯者註：正文右上角的數字“1”代表章末引用資料中該作者姓名下的第一篇資料，其餘依此類推，不另註。

的值對於新式商用氧化物陰極已經不再適合了，但在這篇論文中秦熹所作的一段理論註釋，却和輓近我們對氧化物陰極機構的見解極相吻合。秦熹指出，對於從氧化物陰極射出的電子，不但在金屬氧化物與真空之間的界限上存在着一個逸出功，如同金屬的情況一樣，而且在金屬氧化物的內部也必須有一個逸出功。秦熹的這個見解（它的正確性不妨在這裏強調一下），是受了科尼斯伯格¹對化合物導電性的研究的啓示而得出的。

韋納耳脫和秦熹的量測不是在最佳的真空條件下作出的。叔台¹使用了一切當時已知的產生高度真空的方法，例如應用被液態空氣冷却的椰子炭和鈣吸氣劑。他發現他的氧化物陰極在這種高度真空中居然停止發射。不過，這個結果並不使我們驚奇，因為那時候既不知道空間電荷定律，也不知道氧化物陰極的激活方法。也許在叔台的實驗管中，由於陰極和陽極形狀的不利，發射全部被阻止了，他的氧化物陰極因此不可能被激活。

這些原始的工作發表以後，弗雷登哈根^{1,2}在1912到1914年間發表了關於氧化物陰極的機構的另外一種說法。他觀察到氧化層和心金屬在陰極運用期間所起的反應。並且，他發現氧化物陰極的發射受氣體（例如氧）的影響，他的氧化層逐漸被這些氣體所消蝕掉。弗雷登哈根根據哈伯和羅斯脫¹的結果提供了對這種現象的解釋，根據這種解釋，當鹼土金屬和氣體或蒸汽起反應時，有低速電子發射出來。這樣，弗雷登哈根就假設，在陰極運用期間有一部分氧化物分解了，而當分解的產物重新結合時，就有電子發射出來。蓋爾茲¹根據在製造和運用具有氧化物陰極的蓄電池充電整流管時觀察到的現象，得出了類似的結論。值得注意的是：弗雷登哈根和蓋爾茲兩人都認為鹼土金屬氧化物的分解對於電子發射是必要的。雖然這種見解由於日後獲得的證據已被取代，但它第一次引起人們注意這種事實：電子發射體並不是純粹的鹼土金屬氧

化物，而一部分氧化物必須分解才能產生發射。

韋納耳脫¹是最早建議在整流管中，特別在蓄電池充電用的整流管^①中，使用氧化物陰極的。在最初的放大管中，祇有李本所造的採用氧化物陰極，那種管子是充塞氣體的。德福雷斯所造的高真空管是用金屬陰極製成的，因為那時候氧化物陰極並不顯得適宜於高度真空中使用。人們之所以這樣想，是有着種種理由的，其中一個理由是氧化物陰極的不穩定性，這主要是由於真空技術還沒有達到充分發展的地步所致。並且，由於氧化物分解的這個假定，惟恐氧化物陰極在運用期間會時常放出氣體，於是採用這樣的陰極時，就怕要破壞高度真空。最後，上面所述叔台的實驗結果，可能助成了鎢陰極和鈦鎢陰極的壓倒氧化物陰極而風行一時。

氧化物陰極的理論和製造的進步，祇有在真空技術改進以後，特別是在擴散抽氣機發明以後，才有可能。利用擴散抽氣機的第一次氧化物陰極研究是由格茂蕭生^{1,2}進行的，他又規定了為達到高度真空所需的其他條件，例如：避免塗覆油膏的毛玻璃接頭，採用液態空氣冷凝阱，烘焙實驗所用的管殼，以及將金屬另件加熱。用了這些方法，格茂蕭生證明了：弗雷登哈根和蓋爾茲所觀察到的某些現象，主要是由於真空度不夠高所致；因此，氧化物陰極的電子發射並不是由化學變化的連續進行所產生。

第一次世界大戰中美國真空技術的進步使氧化物陰極在真空中能夠得到第一次大規模的應用。根據亞諾耳特¹的報告，大戰結束以前製造了五十萬只這樣的電子管，但是這些管子的性能遠遠不及那種具有金屬陰極的管子的來得一致。最初的氧化物陰極管大都用在有線電話上位置固定的放大器中，在美國以及後來在英國和德國都是如此。因為這種放大器要在無人照顧之下運用很

① 德國專利證第 157845 號。

長的時間，所以要求管子具有低的加熱功率和長的壽命，以及足夠的放大倍數。這樣的要求，祇有氧化物陰極才能適當地滿足（參閱格魯西克和頗耳孟¹、納貝耳¹的著作）。

氧化物陰極中物理過程的徹底研究大約是在 1920 年開始的。科勒¹、愛斯貝¹、羅塞¹、倍葛¹和蓋爾茲²等人的工作證明了陰極的發射是由於氧化物中盈餘金屬的存在。種種實驗都證明這盈餘金屬是在陰極激活過程中產生的。

愛斯貝、羅塞和台塔耳斯¹假定在陰極表面有所謂鉾島存在。根據這種學說，氧化物陰極是由電解作用激活的，在這電解過程中氧氣逸入真空中，而鉾則在塗層表面積聚，形成發射小島。這些小島逐漸長大，直到鉾的生成和它從表面的蒸發兩者之間達到平衡為止。鉾島被假定具有金屬鉾的低逸出功，後者被假定與氧化物陰極的逸出功相等。這樣一來，氧化物陰極的電子發射將和鉾島的純金屬發射完全相同，而氧化層祇不過是供給所需的鉾，來補充因蒸發或氧化而致的消耗而已。可是，下面列舉的事實反對把激活過的氧化物的發射看作金屬鉾的發射：

（甲）氧化物陰極的逸出功比純鉾的（2.52 電子伏特）還要低得多。當然，在那時候這兩個逸出功還沒有知道得充分準確。

（乙）在氧化物陰極的運用溫度（1000°K）下，大量存在的鉾的蒸汽壓力是 3×10^{-2} 毫米水銀柱（參閱第二卷，圖 82），所以在這溫度下，由大量的鉾組成的島嶼不可能存在氧化層的表面上。

不過，假定在陰極表面存在的是鉾的單原子層而不是鉾島，那末，這些理論上的困難就消除了。這種稱為鉾膜的單原子層會降低純鹼土金屬氧化物的逸出功，於是就產生了氧化物陰極的優良發射。這樣的單原子層也能夠在較高的溫度下存在，因為這種單原子層的蒸發率要比同樣的金屬大量存在時的蒸發率小得多。這種概念是科勒¹和倍葛¹在研究工作中發展出來的，第二卷中還要

詳細討論。

勞雷¹在檢查氧化物陰極的金屬核心的影響時，創議電子是從心金屬上的鋇層發射出來的，氧化層不過是一個供給鋇的倉庫而已。這種概念被倍葛和西爾斯²的實驗否定了，他們證明，把氧化物從核心上除掉以後，發射電流減少到原來的 $1/600$ 。他們又用一只塗層上插入探針的陰極，探針的表面積是心金屬面積的三分之一。用來量測發射的電路或者像平常一樣地接到心金屬上，或者接到插入的探針上，或者同時接到兩者上。實驗證明，在這三種情形下，從塗層上得到的發射電流恰巧都一樣，因此與所用的核心全面積沒有關係。如果氧化物陰極的發射是從心金屬上的一層出發的話，這些結果就無法解釋。

縱使理論的解釋如此矛盾，氧化物陰極的商業應用却在迅速地普遍起來。這方面的成功主要是由於吸氣劑的發明和鹼土金屬碳酸鹽採用作為製備氧化層的材料緣故。

1930 年以後可以分辨出兩條研究路線。德波爾所走的一條路線是關於複合光電陰極的性質的。複合光電陰極的一個例子是表面上吸收了銫原子的氧化銫。這種陰極的光電性能是用銫原子的電離來解釋的。德波爾假定，鹼土金屬氧化物的熱電子發射，也可以同樣地用吸附在氧化層表面的銫原子的熱電離來解釋。

然而，進一步的研究證明了氧化層內部的作用和表面的作用同等重要，並且發射和塗層的電導率之間有着密切的關係（李孟及其研友^{1,2}，倍葛和西爾斯²，梅歐和希密脫¹，蓋爾茲³，彭傑明和魯克斯培^{1,2,3}，蕭脫基¹，漢慈和華庚納^{1,2}）。李孟和他的研友們最先發現在激活過程中發射和電導率同時增加，他們發展了一種學說，也認為心金屬是真正的發射泉源。雖然倍葛和西爾斯的實驗否定了這種學說，但它們並沒有減低李孟的實驗的重要性，李孟的實驗第一次確定了塗層內部對發射起着一定的作用。

近幾年來，對氧化物陰極發射電流的要求與日俱增。隨之而生的困難，已經由庫姆斯¹、范孟和艾生斯坦¹以及賴脫^{1,2}諸人研究過，他們發現，在心金屬和氧化層的邊界上所形成的界面層限制着氧化層中最大的電流密度。

1930年以後研究工作的結果，創立了關於氧化物陰極的機構的一種概念，這種概念將作為本書立論的基礎。總括起來，這種概念可以扼要敘述如下：

✧ 一個金屬基層上支撐了一層由金屬氧化物組成的塗層，這個金屬基層可以直接加熱或者間接加熱，而這層金屬氧化物大多是鹼土金屬氧化物。這個塗層與其他陰極的單原子層相比，具有相當大的厚度。厚度的下限是 10^{-5} 厘米 = 0.1 微米，大約等於 400 個原子層。激活過程的結果，在塗層內部產生了盈餘的金屬，在塗層表面也產生到一定的程度。這種盈餘金屬（幾乎都是鹼土金屬）使塗層成為一種半導體。如果陰極受熱，半導體中產生了自由電子，後者被傳導到塗層表面，然後就能被發射到真空中。參看圖 1，就可以把氧化物陰極的形式與純金屬陰極和原子膜陰極（例如鈦鎢陰極）作一比較。從這種概念推導的結果，可以看出氧化物陰極的發射狀態主要是決定於塗層內部的組成，而在若干程度上也決定於表面的組成。至於心金屬對於發射祇有間接的影響。這些事實對於陰極的實際方面也有重要的關連。✧

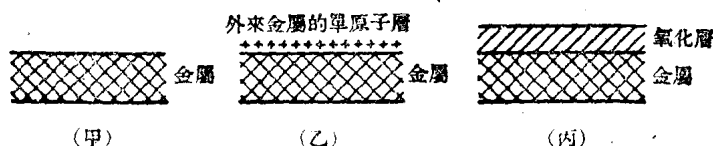


圖 1 (甲)純金屬陰極的截面，(乙)原子膜金屬陰極的截面，
(丙)氧化物陰極的截面。

當氧化物陰極的原理正在進行研究時，商業上的發展却在迅速地前進。無線電廣播最初發明時，特別要求一種效率高的陰極，

這項要求可以由使用氧化物陰極來滿足。結果，在無線電接收管中，氧化物陰極代替了其他一切型式的陰極。氧化物陰極與其他型式的陰極相比，其效率 W 的高超可以從表 1 中的數值看出。這些數值並不是發射電流的峯值，而是市售接收管和發送管在保證適當壽命的條件下工作時，運用發射電流的平均值。效率的單位是每瓦特加熱功率所產生的發射電流（毫安/瓦特）。陰極的其他重要參量：電流密度（毫安/平方厘米）和比加熱功率 $\ominus$ （瓦特/平方厘米）將在以後列出，那時也將列出不考慮壽命時發射電流的最大值（參閱第 11、13 兩節）。

表 1 市售接收管和發送管中各種陰極的效率的平均值

陰 極 型 式	W
純鎢.....	1.7 毫安/瓦特
鈦鎢.....	6 ,,
氧化物陰極，旁熱式.....	10 ,,
氧化物陰極，直熱式.....	40 ,,

氧化物陰極不但效率很高，而且還可能這樣製造，使它的電性質與加熱電流無關，這一點也使氧化物陰極的用途大大地推廣。這種型式的陰極——旁熱式陰極——祇有使用氧化物陰極才能經濟地製造出來。在今天，這種旁熱式陰極採用得比直熱式的廣泛得多，因為前者能夠利用交流電作為加熱功率的電源，這是一個很大的優點。

氧化物陰極現在已經發展到了這樣的高度，不至於再會有什麼驚人的革新了。不過，就氧化物陰極多種不同的用途來看，製造技術上的改進，譬如說，關於大量生產方面的技術改進，却永遠是可能的。利用了從氧化物陰極的物理過程上獲得的知識，這樣的改進也就最容易創造出來。

$\ominus$ 譯者註：以後將簡稱爲比功率。

2. 應用和各種型式

討論氧化物陰極的各種應用和型式以前，發射電流、飽和電流、空間電荷電流等等名詞將先加以界說，因為以後時常要用到它們。

電子發射所遵循的定律並不時刻相同，而是要由電子密度和陽極電壓決定的。這一點在圖2中表示出來，圖中氧化物陰極發射密度的對數作為不同陰極溫度下陽極電壓的函數來標繪。這樣的發射電流的標繪在負電壓時給出一條急銳上升的直線，它的斜度隨溫度上升而減小。可是，如果加上高的正電壓，發射電流却隨電

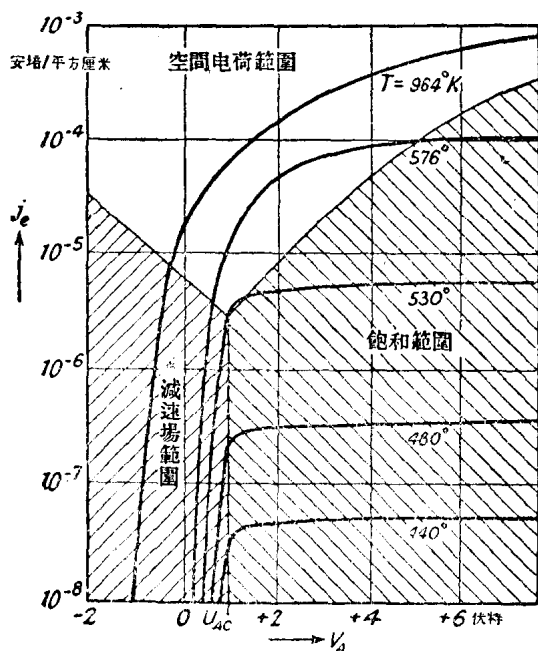


圖2 發射密度 j_e 作為不同陰極溫度下陽極電壓 V_A 的函數來表示。

壓的增加而增加得很微。在這個電壓範圍內電流稱為已經飽和，實際上它祇與溫度有關。以上所表徵的兩個電壓和電流的範圍分別稱為減速場範圍和飽和範圍。兩者之間有一個第三範圍，稱為空間電荷範圍，其中發射電流也跟陽極電壓很有關係。在這個範圍內，表示發射電流與電壓之間的函

數關係的定律却和上述減速場範圍內的定律不同。如從圖 2 中可以看出，空間電荷範圍隨溫度降低而縮小，電流密度低於 10^{-5} 安培/平方厘米左右時，這個範圍幾乎完全消失。在這種低溫度下，減速場電流便直接轉變到飽和電流。

這三個範圍內通到陽極的電子流的定律將在第二卷中導出。這裏祇預備給出推導的結果。令 T 表示陰極的絕對溫度， S 表示它的表面積，以及 V_A 表示陽極電壓（忽略接觸電位差）。於是所求的定律是：

$$(1) \text{減速場電流: } I_r = I_s e^{1.16 \times 10^4 V_A / T} \quad (V_A < 0) \quad (1)$$

$$(2) \text{空間電荷電流: } I_{sp} = c V_A^{3/2} \quad (2)$$

$$(3) \text{飽和電流: } I_s = S A_0 T^2 e^{-1.16 \times 10^4 \psi / T} \quad (3)$$

以上各式中， ψ 表示該種陰極材料的電子逸出功（參閱第二卷，第 2 節）。各種材料的逸出功的值介乎 1 與 6.5 伏特之間，隨陰極材料發射率的增加而減少。一切陰極材料的 A_0 的數值差不多不變，近似地等於 120，而 c 是一個常數，決定於所用電極系統的尺寸。

為了避免混淆起見，從陰極發射出來的電子流將稱為發射電流，或者簡稱為發射，如果是對這項電流作一般性的討論的話。然而，如果考慮到上述各個範圍之一以內的電子流時，則將使用指明這些範圍的合適名詞。

經過這番準備工作以後，現在要來討論氧化物陰極的各種應用了。首先將給出限制着氧化物陰極的商業應用的因素。這些因素是：

- (1) 陰極表面的電場強度；
- (2) 從陰極引出的發射電流密度；
- (3) 陰極周圍各個電極（柵極、陽極等等）的溫度。

陰極表面電場強度的極限決定於塗層和心金屬間的黏結，因為如果電場強度太高，塗層或其一部分可能被靜電力從心金屬上

拉開來。電場強度的準確極限不能給出，因為商用氧化物陰極大都具有非常粗糙的表面，使電場強度不可能準確計算。如果用特殊的塗層製法來製出一個光滑表面的話，可能施加的電場強度要比平常塗層高得相當多。這樣做法，可以達到 400 千伏/厘米的極限。

如果陰極運用在空間電荷範圍以內，從陽極電壓或柵極電壓算出的陰極表面電場強度祇在陰極升溫期間方始存在。當陰極達到正常溫度時，由於空間電荷的形成，電場強度差不多降低到零。所以加熱電源按上時節的情況特別來得重要，氧化物陰極的應用可能受這種情況限制。在整流管的情況，斷流相角中電場強度特別高，這時可能達到上面給出的極限。另外一件重要的事實是：整流管和脈衝管中氧化層上的機械力不是連續地而是交變地作用着。氧化物陰極的應用受這種交變力限制時，電場強度的極限值可能比上面給出的低得很多。

發射電流的密度有限，因為發射電流流過氧化層使後者發熱，這種發熱可能損壞氧化層。如果考慮新式大功率管的話，特別是那些為短波運用而設計的，可以發現它們運用時的電流密度在 100 與 300 毫安/平方厘米之間（平均直流電流）。從脈衝運用的陰極上，特別是從磁控管的陰極上，引出了極大的瞬時電流密度。在這種情況下，所獲得的峯值介於 10 與 30 安培/平方厘米之間。

氧化物陰極周圍電極的溫度是重要的，因為這些電極由於氧化物或其活性金屬成分的蒸發而激活，這是一種不可避免的效應。這些電極因而也能像陰極一樣地作用，假使它們的溫度足夠高，而且它們的電位具有適當數值的話。具有柵極的電子管中的柵極熱電子發射，以及整流管中的反向電流，就是這樣產生的。為了這個緣故，氧化物陰極不能應用在電極溫度很高的電子管中，例如在大的發送管中。

已經考慮了氧化物陰極所受的限制以後，現在我們轉到它的各種應用上去。陰極可以分成兩類，就是：運用在壓力低於 10^{-4} 毫米水銀柱的真空中的陰極（高真空陰極），和運用在 10^{-3} 毫米水銀柱以上的氣體放電中的陰極（氣體放電陰極）。

在高真空陰極中間，氧化物陰極目前佔據首要的地位。由於吸氣劑的發明，使必需的高度真空能夠在經濟的大量生產的條件下獲得，所以在高真空管中能夠利用氧化物陰極的優點。高真空氧化物陰極一般用在接收管、放大管、發送管和整流管中，陽極電壓高到幾千伏特為止。用途比較特殊（像量測和控制）的電子管也屬於這一類。上面所說的陽極電壓極限並非不能逾越，因為這個數值和該電子管的電極形狀很有關係。實驗期間，或者使用在10毫安/平方厘米左右的低發射密度時，陽極電壓不妨加到10到15千伏。在脈衝運用的電子管中，脈衝間歇期間，陽極電壓高的達到25千伏（參閱費¹的著作）。

此外，氧化物陰極又是一種理想的電子點源，因為它具有大的發射密度，而且由於它飽和電流大的緣故，對於溫度的變化不很敏感。因此陰極射線管（示波管和電視管）中幾乎毫無例外地採用氧化物陰極。這類電子管中一般所加的陽極電壓，在示波管中高到5千伏，而在電視管中高到50千伏。由於電極系統的形狀特殊，這類電子管中陰極表面的電場強度比較小。因此，上述的電壓數值斷然不會是可能達到的限度。

氣體放電氧化物陰極一般用在小型整流管和開流管中。通常所用的陰極型式是赫耳的多室陰極，由於採用了後面要講的某種特殊措施的緣故，它具有很高的效率。充氣整流管所容許的運用電壓與氣體壓力有關，也與因濺射而蒸發到陽極上去的陰極材料的份量有關。如果壓力在幾個毫米水銀柱光景，可以達到的逆峯電壓是幾百伏特，至於在低壓力下工作的那些整流管，電壓可以用

到 20 千伏。

氧化物陰極也用在氣體放電燈中，在這裏利用氣體放電的陽極區來發光。這類電燈中氧化物陰極的作用因該燈運用所在的壓力範圍不同而大有區別。祇在低氣壓燈中，氧化物陰極才是真正的電子源，而在高氣壓燈中，氧化物陰極的電子發射是用來減低開燈時的閃擊電壓的。後面的一種方法也用在輝光放電管中，特別是在穩壓管中。

從以上的討論可以明瞭，氧化物陰極能夠用在充塞氣體、電壓高到 5 千伏爲止的陰極射線管中。它們也可以用作實驗管的電子源。韋納耳脫³本人就是第一個應用他的發現來測定電子的荷質比 e/m 的。晚近氧化物陰極的電子發射曾經被應用到試驗化學反應上去(約可勃斯¹)。

上面列舉的各種不同的目的，顯然需要不同型式的陰極。就商用高真空陰極來講，氧化層總是由鹼土金屬氧化物所組成。如果忽略直熱式和旁熱式陰極之間次要的區別，可以分成下列幾種型式：

(1) 非結合式陰極，包含一層純鹼土金屬氧化物，後者一般由真空中分解鹼土金屬化合物而得。

(2) 結合式陰極，裝入管殼以前它的氧化層在氣體中加熱到紅熱或黃熱。由於這個加熱過程，產生了氧化層和心金屬的化合物，使氧化層的外表呈深暗色，和純粹的白色非結合式陰極大不相同。

(3) 冷凝式陰極，用一種完全不同的方法來製備。裝入管殼以前心金屬不用鋇的化合物塗覆，而是經過輕微的氧化。由蒸發金屬鋇來產生心金屬上的氧化層，鋇與心金屬氧化物反應生成氧化鋇。

在這三種型式的高真空陰極中，後面兩種多半祇有歷史性的價值。所以氧化物陰極的製造和特性的敘述主要地將以非結合式