

工業用書

VTR

彩色影像攝影機

陳連春 譯



羅拔書局印行

彩色影像攝影機

陳連春 編譯

羅拔書局印行

編輯大意

自從彩色錄放影機(VTR)由高級之業務用(廣播、教學等)簡化為一般家庭可使用之方式後，為全世界之電子工業及消費者掀起了很大的高潮及震撼。

有了彩色錄放影機除了可以將所收視之電視節目記錄下來，還可以一面觀賞甲電台之節目而一面記錄乙電台正在播放之節目。尤其配合最近發展出來之輕簡型影像攝影機(video camera)更可以隨心所欲錄製自己所欲記錄之各種影像，可謂非常方便。

最近由於彩色影像攝影機(color video camera)之不斷改良，簡化並加強其功能，更是帶動了錄放影機之蓬勃發展。為了配合彩色攝影機之使用，最近之手提式(可提式 portable) VTR更朝小型輕量，精簡化，長時間化發展，也具有靜止再生，高速圖像找尋(picture search)，以及省電之功能，除此之外，更能做簡易之編集功能。這些手提式 VTR 如果與調諧器、計時器(timer)等組合，也能做廣播電視節目之記錄，再生以及預約選台記錄。如果與彩色攝影機、電視電影機(telecine)等裝置組合，也能將8厘米之電影直接記錄。總之，這一些影像裝置產品(video product)之發展，已為人類生活上帶來更多之樂趣和方便。

譯者前已翻譯有關於 VTR 技術之叢書，今為了配合影像時代之來臨，乃不惜在百忙之間暇中將最近由日本廣播出版協會所出版的“彩色攝影機之原理與使用方法”一書加以譯述，以饗國內有志於此項產品之研究及瞭解之讀者。

本書共分8章，對於彩色影像攝影機之構成，動作原理、電路說明，以及使用方法，選擇方法等都做簡明扼要之說明，使讀者對於此項產品能有通盤性之瞭解。又，關於 $\frac{3}{4}$ 吋U規格之 VTR 雖然屬於高級業務用之產品，但是此一產品相信會逐漸廣泛使用在學校、企業界中，因此特別利用一章加以說明，使讀者對於電子編集錄製也能有所瞭解。

本書堪稱為目前最新，內容最豐富之關於彩色影像攝機介紹之書籍。為了急於引進此一技術，並介紹給讀者，乃倉促加以編譯，如有錯失之處，尚祈不吝指教。

編著者 陳逸春

Handwritten signature and date: 1977/13

目 錄

第一章	彩色影像攝影機之組成	
1.1	彩色影像攝影機之種類	1
1.2	影像攝影機之心臟為攝像管	4
1.3	Vidicon之動作與特性	11
1.4	高性能攝像管	19
1.5	影像信號之組成	21
第二章	各種彩色攝影方式	
2.1	彩色攝影機之分類	28
2.2	三管式彩色攝影機	29
2.3	單管式彩色攝影機	31
2.4	紅外線截止濾光器及光學之LPF	50
第三章	彩色攝影機之電路組成	
3.1	影像電路系統	55
3.2	同步信號電路	77
3.3	VTR之遙控電路	78
3.4	水平偏向電路	79
3.5	垂直偏向電路	79
第四章	固態攝像元件與彩色攝影機	
4.1	由攝像管至固態攝像元件	82
4.2	固態攝像元件	83
4.3	固態攝像元件之問題點	89
4.4	固態彩色攝影機之開發狀況	92
4.5	家庭用MOS型固態彩色攝影機——日立VK-C1000	98
第五章	市面上之彩色攝影機	
5.1	彩色攝影機之構造與功能	101
5.2	業務用彩色攝影機	115
第六章	$\frac{3}{4}$ 吋U規格VTR	
6.1	$\frac{3}{4}$ 吋卡式VTR之規格	118

6.2	U規格 VTR之用途.....	123
6.3	U規格 VTR系統之特點.....	124
6.4	自動編輯程序.....	131
第七章 彩色VTR系統		
7.1	彩色攝影機與VTR之連接.....	139
7.2	錄影帶之編集.....	140
7.3	簡易之電視電影裝置.....	143
7.4	彩色VTR系統.....	149
第八章 彩色影像攝影之使用方法		
8.1	彩色攝影機之使用方法.....	155
8.2	彩色攝影機之攝影方法.....	162
8.3	彩色攝影機之色再現.....	163
8.4	解像度，SN比與感度.....	165

第一章 彩色影像攝影機之組成

1.1 彩色影像攝影機之種類

彩色影像攝影機 (Color video camera 以下簡稱彩色攝影機) 根據形態與用途可分為下面 3 類：①手提式 (Portable) ，②攝影室 (Studio) 型，③監式用。



<照片 1-1>

肩背式 (shoulder type)
之彩色攝影機與手提式 VTR
(日立 VK-C800R 與 VT
-6500)

(1) 手提式

此主要是與最近家庭用 VTR 或手提式 VTR 配合使用，大多為單管式家庭用之彩色攝影機，具有手把 (Handgrip) 裝置，小型重量輕並且富機動性。

2 彩色影像攝影機

照片 1-1 所示的為全套之彩色攝影機與手提式 VTR 之組合。又，照片 1-2 所示的為手把式彩色攝影機之一例。本攝影機包含有可伸縮聚焦鏡頭 (Zoom Lens) 以及光學式或電子式之影像取景 (View finder) 裝置。重量約 1.5 kg，使用簡單，右手抓住手把，利用左手調整可伸縮聚焦鏡頭與光圈。最近已有能自動調整聚焦之自動聚焦 (Auto focus) 彩色攝影機。

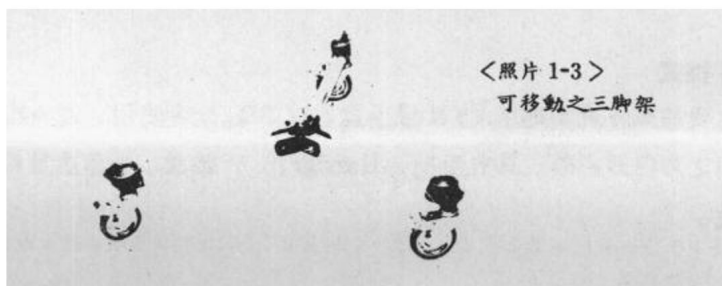


〈照片 1-2〉
具手把裝置之彩色攝影機
(日本 TVC-GX-V8)

(2) 攝影室 (STUDIO) 用之彩色攝影機

此主要使用在校內電視廣播，教材節目製作，企業教育、企業內聯繫或產品說明之錄影帶製作等場合。

攝影機可在攝影室自由移動，此可將三腳架 (Tripod) 放置在台車上而移動。主要有裝置 1.5~7 吋電子取景器 (View finder) 之高性能三管式彩色攝影機 (照片 1-4) 與裝置有 3 吋電子取景器之單管式彩色攝影機 (照片 1-5)。



〈照片 1-3〉
可移動之三腳架



〈照片 1-4〉業務用 SATICON 三管式彩色攝影機 (日立 FP-20S)



〈照片 1-5〉攝影室所使用之單管式彩色攝影機

(日本 JVC-CV-1010) (3 吋之電子取景器裝置在上部，此為內部、外部同步之方式，使用連接線可做為外部同步而可使用 2 台以上)。

在攝影室內常需要同時使用 2 台以上之彩色攝影機做為畫面切換之用。各彩色攝影機所攝取之影像階度以及色彩之齊一，可以利用控制單元 (Control unit) 一面看彩色監視器 (Color monitor) 之影像而調整之 (照片 1-6)。



〈照片 1-6〉攝影機控制單元 (日本 JVC-RS-2000) 請比較攝影機本體與鏡頭之大小

4 彩色影像攝影機

又，每一個彩色攝影機爲了使演出者知道，在攝影機之前面裝置有紅色之指示燈，且爲了使攝影師與調整室之導演聯繫，裝置有對講機。最近之三管式業務用彩色攝影機非常小型化，1台攝影機可兼做外景與室內之用。

(3) 監視用

銀行、證券公司等金融機關或郵政局等與顧客接觸之營業室、金庫前之監視、火車月台之監視、高速道路或隧道內之監視、各種工廠內作業或倉庫之監視以及都市內公害之監視等已廣泛使用黑白攝影機做爲工具。

這些監視用之攝影機除了利用監視器之顯像做爲監視以外，尚可配合可供 72 小時錄影之 VTR 做爲錄影之用。又影像感知器 (Video sensor) 與監視器組合使用，可利用人進入時畫面之急速變化而將 VTR 自動起動，同時發出警報，其應用範圍非常廣。

又，此一監視用之攝影機除了使用固定焦聚之鏡頭以外，尚可使用可遙控之可伸縮焦聚鏡頭，也可利用遙控做爲左右迴轉 (Panning) 與上下迴轉 (Tilting) 之用。

照片 1-7 所示的爲監視用之黑白攝影機之一例。此爲小型、重量輕、長壽命、高信賴性之產品，攝影機與鏡頭比較，其體積算是很小了。

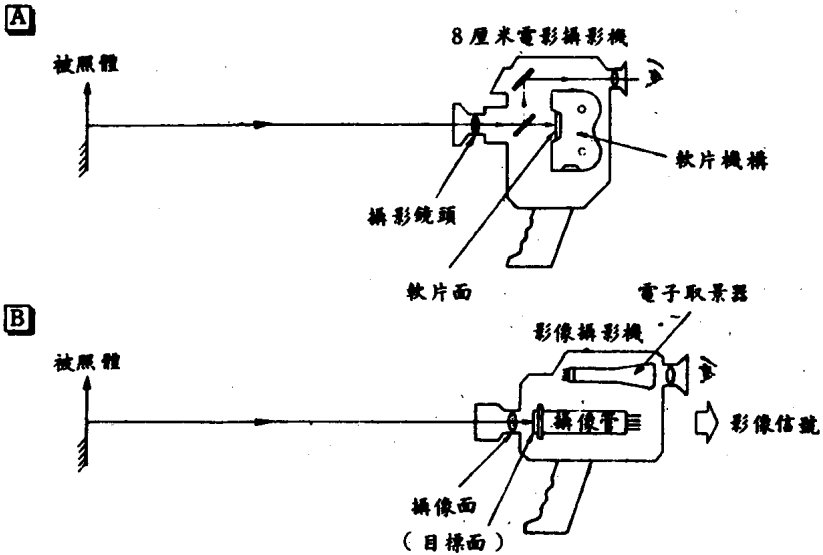


1.2 影像攝影機之心臟為攝像管

(1) 攝像管之組成

圖 1-1 所示的 8 厘米電影攝影機與影像攝影機之構造比較。A 圖之 8

厘米電影攝影機是將被照體利用聚焦鏡頭成像在塗有感光濟之軟片 (film) 上，再利用顯影之技術將軟片上之畫像以反轉之情況顯示出。



<圖 1-1> 8 厘米電影攝影機與影像攝影機之構造

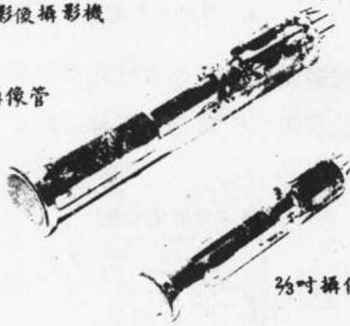
B圖所示的影像攝影機是在軟片相當之位置裝置攝像管 (Vidicon) ，被照體經過鏡頭聚焦而成像在攝像管前面之攝像面 (target) ，再利用電子槍所發射之尖銳電子束以水平與垂直掃描之方式在攝像面上掃描而取出影像信號，此一影像信號是隨着被照體之明暗而產生之電壓變化。因此如電視機之一個圖場 (field) 信號約由 265.5 條水平掃描線構成。影像攝影機之心臟部即為攝像管，將通過鏡頭之被照體光度變化成爲電氣信號因此攝像管可說是一種光電變換裝置。

(2) 關於攝像管

攝像管中最常使用於家庭中的爲 Vidicon ，此根據其外徑之大小可分爲 1 吋 (25 mm) 與 2/3 吋 (18 mm) 兩種 (照片 1-8) 。其與 8 厘米或 16 厘米之軟片畫面大小比較可如圖 1-2 所示。

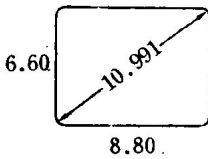
6 彩色影像攝影機

1吋攝像管

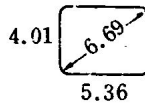


<照片 1-8> 1吋之攝像管
與 3/4吋攝像管

3/4吋攝像管

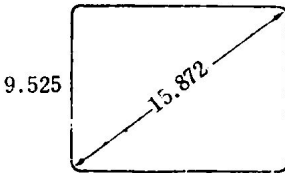


3/4吋 Vidicon

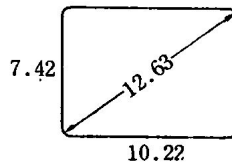


8 mm 電影

(單位：mm)



1吋 Vidicon



16 mm 電影

[圖 1-2] Vidicon 之攝影畫面大小

鏡頭之裝置都是使用 C 固定 (C mounting) 方式。

Vidicon 之發展歷史很久，從電視開始廣播以來，至使用電視電影攝影技術 (將電影影片或幻燈片攝影之裝置)，乃至於目前為止。其所能得到之畫面中心部之解像度為 600 條以上，雜音少 (SN 比很高)，畫質良好， γ 特性為 0.6 ~ 0.7，可得到很好之階調 (grading) 特性很好。

Vidicon 所使用之黑白影像攝影機之感度如果用照片之底片之感光度表示，大約相當於 ASA 100。其缺點為殘像多 (15 ~ 20%，如果為 5% 以下則看不出)。如果將攝影中之攝影機慢慢往橫方向移動，被照體之

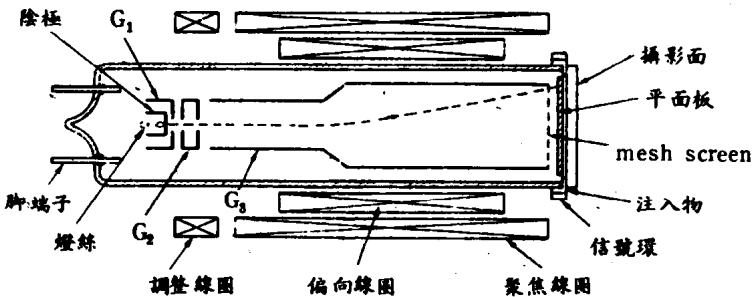
畫像邊緣會有拖尾之現象，此稱為殘像現象。如果被照體之照度愈低，殘像就愈嚴重，特別是在彩色攝影機之場合，如果殘像多，色彩會混濁。可是在電視電影攝影之場合，卻需要利用此一殘像現象。

(3) Vidicon之構造

第 1-3 圖所示的為標準型 Vidicon 之斷面構造，主要是由攝像面 (target)，聚焦電極以及電子槍所構成。此圖除了表示出電極構造以外，在 Vidicon 周圍尚裝置有聚焦線圈，偏向線圈，調整線圈。

平面板 (face plate) 是由經過精密光學之研磨玻璃板所構成的。被照體便是成像在此平面板內面之攝像面上，此一攝像面如圖 1-4 所示，在平面板之內側首先塗上一層稱為 Nesa 之透明導電膜，然後在攝像面上利用蒸發法塗上一層 $3 \sim 5 \mu\text{m}$ 厚之三硫化銻 (Sb_2S_3)，目前則為了改善特性，大多塗上 $4 \sim 5$ 層。

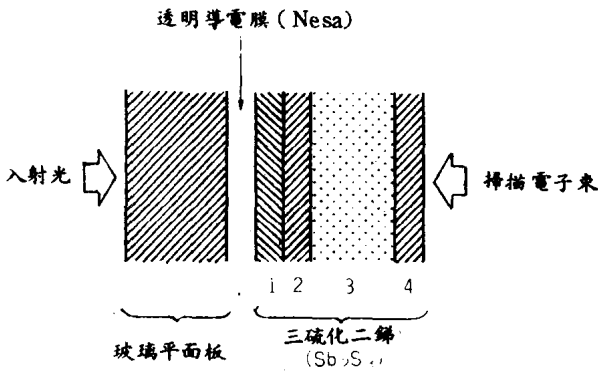
此一平面與 Vidicon 之外圍玻璃間，利用注入物做耐真空封閉，此可在高溫、低溫、或多濕之環境下，永保管內之高度真空狀態。



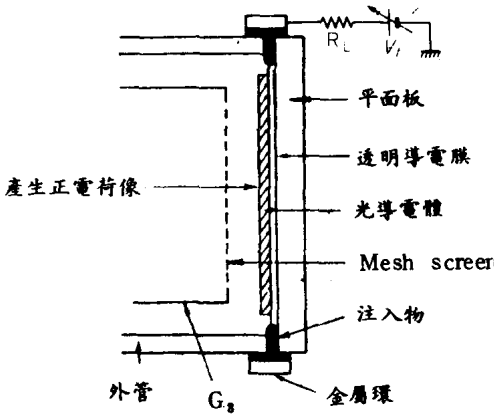
[圖 1-3] 標準型 Vidicon 之構造

又，此一冷封閉情形可如圖 1-5 所示，透明導電膜介入注入物之間，並在平面板與外管利用金屬環 (ring) 做完全連接，此一環狀物成為信號之輸出端子 (信號電極)。在動作時，由數 10V 之電壓經過負載電阻 (R_L) 而加在此一電極上，稱為攝像面電壓 (V_t)。

聚焦電極是由在光導電膜前面之 Mesh screen (第 4 構極) 與圓筒



〔圖 1-4〕 Vidicon 之攝像面構造



〔圖 1-5〕 平面板與外管之冷封閉

形之第 3 柵極所構成。此一第 3 柵極 (G_3) 配合裝置在管上之聚焦線圈所產生之磁場，使掃描電子束在攝像面上聚焦良好。

Mesh screen (G_4) 由 1 mm 內之約 30~60 條線縱橫並列構成，成為很細之網，對光導電面而言成為減速電場，能夠補正入射電子束之混亂。此與管內之第 3 柵極相連接 (也有與 G_3 分離之分離 Mesh 型)。此一電極電壓約為 250~300 V，將電子速減速做為調整聚焦之用。

電子槍是由第 2 柵極 (G_2)，第 1 柵極 (G_1)，陰極 (Cathode) 所構成， G_2 之電壓約為 300 V，做為電子束加速之用，為了得到高解像度， G_2 成為具有直徑約為 0.05 mm 之孔之圓板，此一微小孔與 G_1 之孔精

密組合而無偏心。 G_1 之電壓對陰極而言成爲負電壓 (Bias) , 調整此一電壓可以改變入射攝像面之電子束量。

電子槍所發射之電子束 (Electron beam) , 首先經過調整線圈 (Alignment coil) 將磁場配列整齊以得到良好之聚焦, 再經過配置在管上之水平, 垂直偏向線圈之偏向磁場而在攝像面上做水平、垂直掃描。

(4) 各種 Vidicon

爲了使電子槍發射之電子束能夠聚焦打在攝像面上, 可以採用電磁或靜電聚焦之方法, 一般之聚焦線圈是以圓筒狀包在 Vidicon 外圍, 再利用第 3 柵極電壓之調整, 使電子束很細銳地打在攝像面上。此一聚焦磁場約爲 40 gauss , G_3 之電壓約爲 280 V 。



<照片 1-9> Vidicon 線圈組體 (QQQ)

又, 爲了使電子束能在攝像面上做水平、垂直掃描, 必需有偏向磁場存在。一般之偏向分爲電磁偏向與靜電偏向 2 種。電磁偏向是利用裝置在 Vidicon 外圍之水平偏向線圈與垂直偏向線圈, 各產生偏向電流而產生使電子束偏向之電子束, 如此可以使電子束在攝像面上之規定面積內掃描。

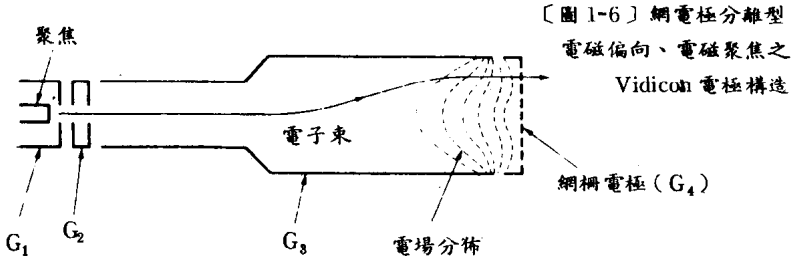
此一聚焦線圈線圈與偏向線圈之照片可如照片 1-9 所示, 於其外圍爲了防止外面之磁場, 電場之干擾而裝置有高透磁率之金屬隔離外殼。此一線圈組體 (Coil assembly) 之良否, 對於畫像之解像度、失真度、以及輸出之均一度之影響很大。

<電磁聚焦·電磁偏向型>

前所說明之標準型 Vidicon , 是將 Mesh 電極 (網電極) 與聚焦電極 G_3 相連接。

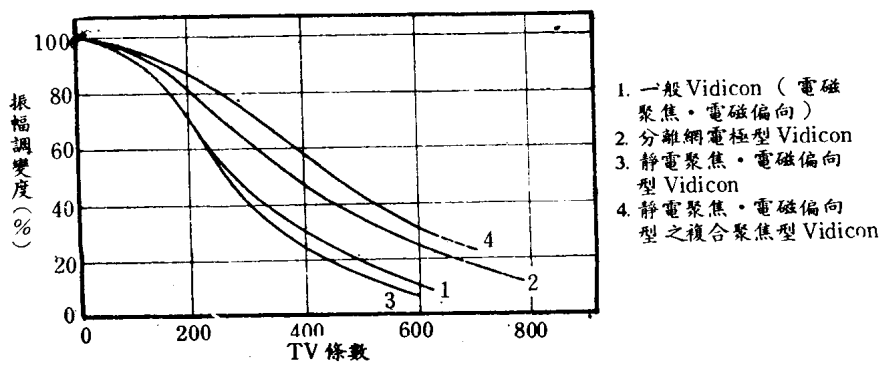
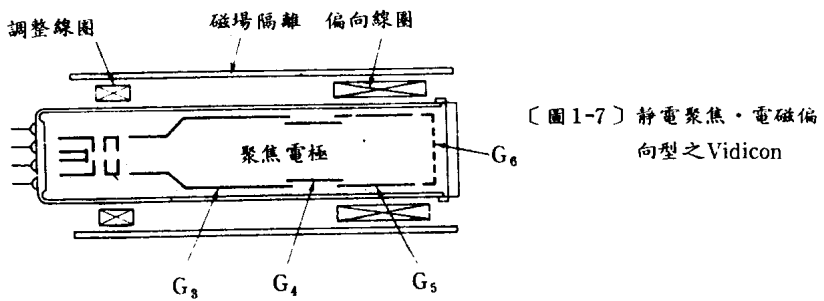
又, 如圖 1-6 所示之網電極 (Mesh 電極) G_1 與聚焦電極 G_3 分開之 Vidicon 稱爲分離網型。一般之網極電位約爲 G_3 之 1.5 倍, 形成如圖中虛

線所示之電場分佈情形。當電子束到達攝像面之周邊時，其軌跡便受到曲折，而成爲垂直入射之狀況，因此可以改善畫面周邊部分之解像度，對於彩色 Vidicon 而言，可以防止顏色混濁。



<靜電聚焦·電磁偏向型>

第 1-7 圖所示的爲靜電聚焦，電磁偏向型之 Vidicon 之電極構造。此方式由於不需使用聚焦線圈，因此線圈組體小型重量輕，此爲其優點。又，由於無需聚焦磁場，因此可節省偏向功率，使線圈組體之發熱量少，對 Vidicon 都是採用此型。



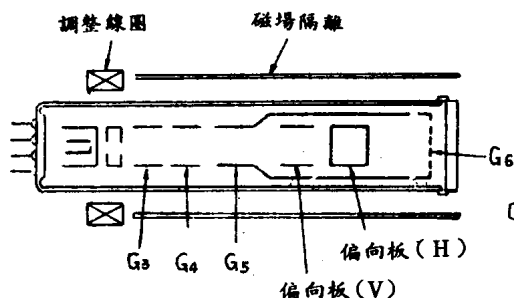
[圖 1-8] 各電極構造之 Vidicon 與調變度之一例

此一型式之 Vidicon 與電磁聚焦型比較，其解像度稍差。使用靜電聚焦型之電子束必需通過靜電鏡頭之中心，否則解像度會降低。因此在使用時，必需確實調整調整線圈。圖 1-8 所示的為各電極構造之 Vidicon 振幅調變度特性之一例。

又，如果將靜電聚焦與電磁聚焦重合在一起（此稱為複合聚焦方式），其解像度較在電磁聚焦之場合為高，顯微鏡用之攝影機大多採用此一方式之 Vidicon。

<靜電聚焦·靜電偏向型>

全靜電型 Vidicon 之偏向功率極小，不需要線圈組體，適合於小型輕量之攝影機。圖 1-9 所示的為電極構造之一例。將適當之電壓加在 G_3 、 G_4 、 G_5 ，並調整 G_4 電壓，可使電子束在攝像面上聚焦良好。又將偏向電壓加在水平、垂直偏向電極上，便能使電子束偏向。



〔圖 1-9〕全靜電型 Vidicon

1.3 Vidicon 之動作與特性

(1) Vidicon 之光電變換之原理

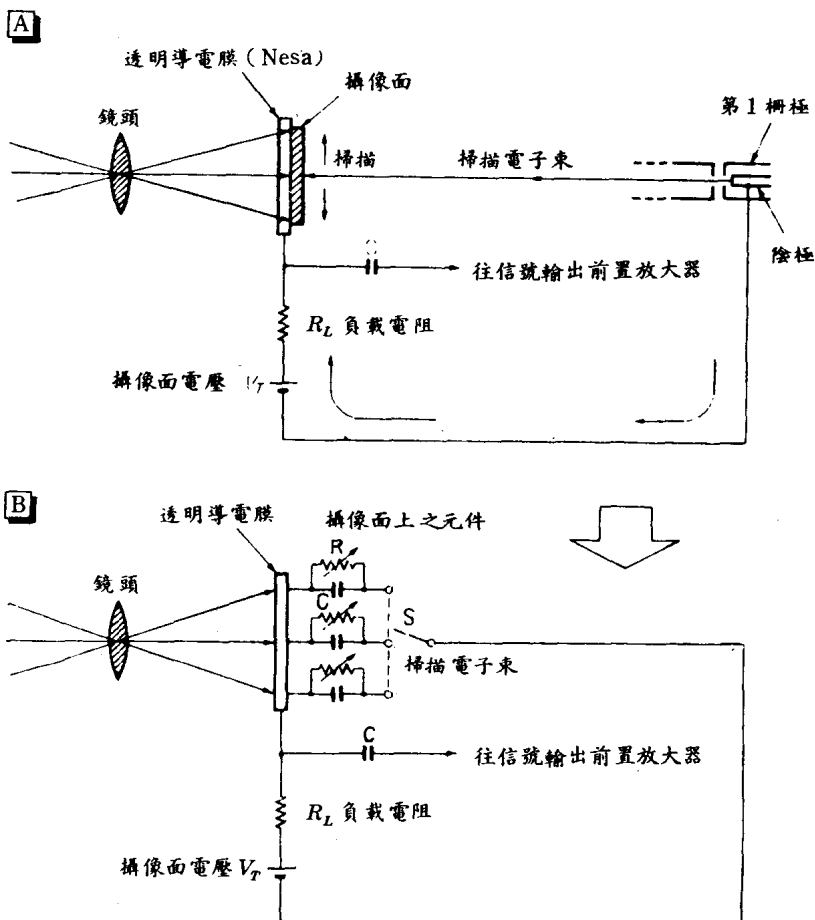
茲說明 Vidicon 將被照體之光學影像變換成爲電氣影像信號之動作原理如下。

根據圖 1-10 A，Vidicon 之攝像面經過負載電阻 R_L ，連接攝像面電壓 V_T ，此電壓對陰極而言爲正。經過 R_L ，加在透明導電膜。因此光導電膜之平面板-端之電壓與攝像面電壓爲相同。

今，考慮無入射光之狀態。光導電物質相當於具有某一電阻值之絕緣物，當電子束於其上面掃描，在此掃描電子到達處之電位會逐漸下降到

達陰極電壓。因此攝像面兩面之電壓等於攝像面電壓。

如果將攝像面之等效電路畫出，可如圖 1-10 (b) 所示，隨着入射光之強弱，電阻 R 會變化，其中之 C 為膜本身之厚度容量。此一些等效 RC 電路無限量配列在攝像面上，當電子束掃描至攝像面之某一點，相當於開關 S 之 ON、OFF 動作。因此在平常狀況下，此一無數個電容器之兩端電壓被充電至攝像面電壓。由於此一電容器並聯有電阻，因此即使無入射光線，也會有少許電荷通過此電阻而放電，此一放電電流稱為暗電流 (Dark current)。



〔圖 1-10〕 Vidicon 光電變換原理