

航空研究所雜錄

第二號

大正十一年六月

講 話

Cathode ray Oscillograph に 就 て

(I) Cathode ray Oscillograph and its Application in Radio work.

By **Lewis M. Hull.**

(Proc. of the Institute of Radio Engineers. April 1921.)

(II) A low Voltage Cathode ray Oscillograph.

By **J. B. Johnson.**

(Physical review. March 1921. Abstract of Proc. of American Physical Society.)

(III) Neue Vorschlaege zur Verbesserung des Kathoden-Strahl. Oscillographen.

By **W. Rogowski.**

(Archiv für Elektrotechnik IX Bd. 1920.)

航空研究所々員 瀬藤象二氏

飛行機の研究と是から申述べる Oscillograph とは如何なる關係あるかは皆様の御判断に委せたいと思ひます、之を申述べる前に一寸申上げたいのは Duddell Oscillograph であります之れは早い電氣現象を研究するに用ひられる其の主要構造は Mirror を Oscillate して測定するもので之の装置は一定の Natural frequency がある故に餘りに速いものには使用出来ない即ち Duddell Oscillograph は

Natural frequency=10,000

Amplitude 0.07~0.14 amp の電流で

Amplitude—3~4 c.m.

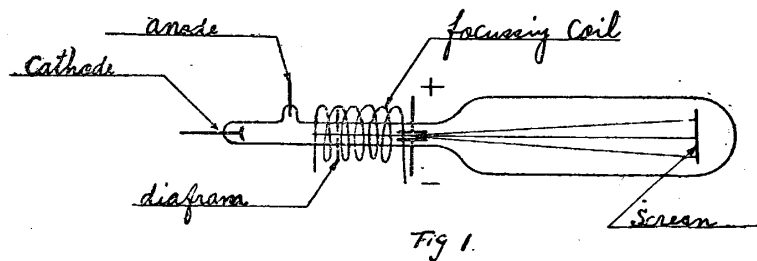
N. f. を高める爲めには Wire の Tension を強めなければならん然かし之れを強くすれば Sensibility が n. f. の $\sqrt{\quad}$ に反比例して減ずることになる。

普通のものあまり distort して居ない wave に對しては fundamental wave の frequency 200~300 迄に對して正しく記録すると稱せられて居ます。

Cathode ray Oscillograph は運動に對する Inertia が微少なるが故に速い frequency に適し毎秒數百萬サイクルと云ふ order の無線電信用電波の研究にも用ひられる。

(I) は Bureau of Standards の Associate Physicist Hull 氏の出した報告にあるが其の内の一般的 description に就て説明する

(1) 先づ必要なる要素



Bulb の一端に Cathode を、其の横に Anode を置きて之等より出る Cathode Ray を diafram の small hole を通らせ Bulb の右端に置た screen の上に small spot として project する様即ち焦點を結ぶ様に作てある、次に計らんとする electric source を diafram の右にある electrode に導き此の beam を deflect して Screen 上に早い變化を畫せる
 之の Screen には Willemite (Zn_2SO_4) (greenish yellow light を發す)或は Calcium tungstate ($CaWO_4$) (Bright blue light を發す)を用ひ前者は visual observation 後者は寫眞を取るには便である。

尙ほ diafram の附近外部を Coil で巻き D.C. を通し magnetize して diafram より飛出す electron に spiral motion を與へ Screen 上にて一層明瞭に見得る様に裝置したのもある、之を focussing coil と稱す。

Tube の electron の發生方法によりて二種に區別し得

(2) Cold Cathode.

Brawn 氏が作た時より用ひられて居るもので Cathode には Aluminum, Nickel 等で concave surface を作り其の radius of curvature は丁度 Screen で focus を結ぶ様に作てある。Cathode と anode との間に加ふる直流電壓は Electron を作ることに同時に此を

速く動かす役目をなすのである

(3) Hot Cathode.



Fig. 2

圖の如く junction は色々の形状をして居るが細い Tungsten wire 又は platinum wire で作られ之れを heat することによつて thermion が出る、之の thermion を Anode によつて動かす働きをなさしむるのである。

Cold Cathode の場合には bulb 内に residual gas 3~10 micron を残して置き之の gas を ionize して目的を達するものなれば常に一定の gas を必要とする然るに内部の gas は次第に hard なり high Voltage を必要とすることになる

Hot Cathode は此の必要なく最初より出来るだけ high Vacuum に作り Vacuum を悪くせない様に防げばよい、内部に gas がある事は Electron の早い speed を減ずる働きをなす故に現今、hot Cathode が多く使用される

(4) Sensitivity.

(a) Voltage Sensitivity

$$\xi = \frac{al}{2E_0S} \quad \text{Cm./Volt.} \dots\dots\dots (a)$$

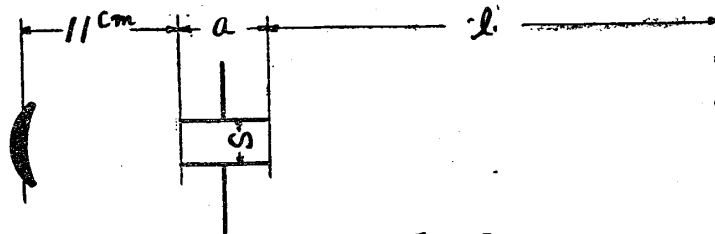


Fig. 3.

但し E_0 = Anode と Cathode との間に加はる電圧即 accelerating voltage.

此の関係は e = electron の charge M = Mass v = Velocity とすれば electron が E_0 なる電位差ある間を動くことにより得る energy が全部 kinetic energy となるとして

$$eE_0 = \frac{1}{2}mv^2$$

なる関係あること、及此の velocity v を以て動く方向に直角に電氣力が加はると electron は parabolic path を描くことから算出したものである

(b) Current Sensitivity.

此は Coil の dimension を變へれば flux の強さが變る故に一般的には前の (a) 式の様

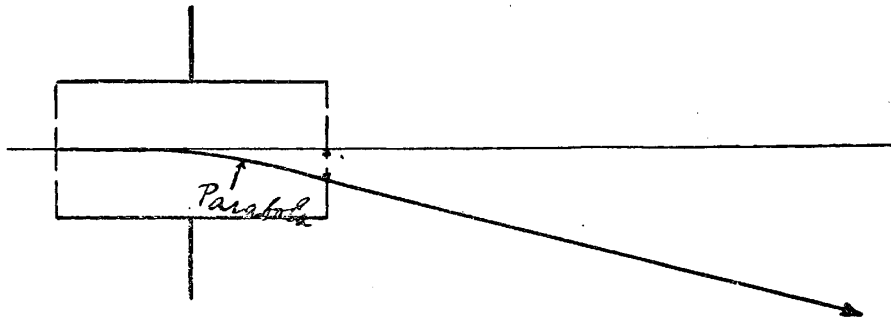


Fig 4.

には表はすことが出来ない故に Hull 氏は次式によつて示して居る

$$d_m = \frac{Hal}{\sqrt{2E_0}} \sqrt{\frac{e}{m}}$$

但し $H = \text{coil}$ によりて生ずる field の強さ

Bureau of Standards で作て居るものは

$$l = 38. \text{ c.m.} \quad a = 3. \text{ c.m.}$$

$E_0 = 500 \text{ volt}$ に保た時に 0.25 C.m./volt. で現今に於ては最もよい Sensitiveness のものと云ふを得る、上式に於て見る如く E_0 を小にすれば Sensitiveness は増すも一方 electron の Vel, は $\frac{1}{\sqrt{E_0}}$ に比例する故に餘り光らなくなるから $E_0 = 500 \text{ volt}$ 位が最適當となるのである。

(5) Accelerating Voltage.

Wimshurst machine は此から current を取れば Voltage が下る又空氣中の濕氣によつて著しく volt が下る故に用ひず cold cathode tube の Accelerating Voltage を作るには今では

1. High tension storage battery.
2. Dynamo.
3. Transformer and rectifier.

その中 (3) が最も便利且安價である

(3) の中 Kenotron を用ふるものは次の接續法による

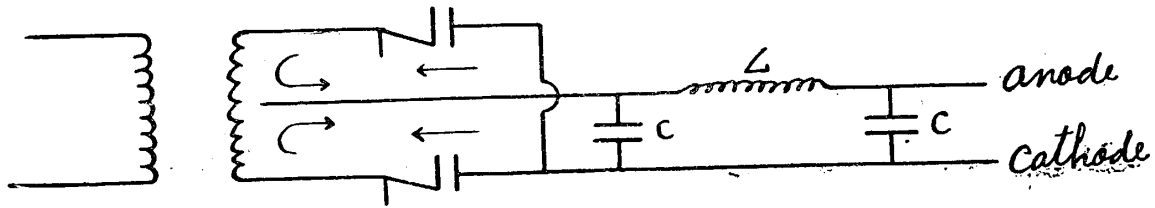


Fig. 5.

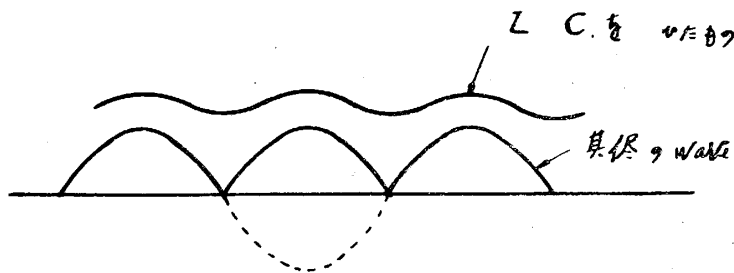


Fig. 6.

$L=5$ henry.

$C=0.04$ mfd.

此の L と C とは整流した wave を更に波頭を平にする爲めに用ふるものである。15,000 乃至 20,000 Volt で tube 内の residual gas が ionize せられそ

の positive ion が cathode に衝突して electron を出すのである。

Hot cathode tube に於ては tungsten filament でもよろしいが寫眞の爲めに成るべく光を出さないことが必要でありまして其の爲めに Wehnelt Cathode を用ひます特に Western Electric 會社で作り目下盛に用ひられて居る Barium と Strontium との oxide で platinum strip を cover したものは tungsten に比し約 10 倍の効力を有す。

Bureau of Standard で作った hot cathode tube は Screen の上の spot の dia は約 1. m.m. であるそうです、一般に spot が大きくなるのは Cathode ray Oscillograph の缺點であります普通の Oscillograph で得らるる圖は後でお廻しする如く可なり細く出るのですが Cathode ray Oscillograph はどうも細く出ません。

(II) A Low Voltage Cathode Ray Oscillograph.

Hot Cathode に於て困難なことが二つある

Fig. 7.



(1) bulb 内に charge が溜つて飛で来る electron を Repulse して spot が薄くなること。

(2) 飛び出る electron がお互の間に electric repulsion を起して spot が

薄くなること。

之等の缺點を防ぐ爲めに Johnson は少しの residual gas を残してその ionisation に より gas に positive ion が出来る爲めに上の effect を cancel することを考へたのです

Johnson 氏の作つた Oscillograph は下圖の如く丸い bulb の中に下圖に示す様な hot cathode の近くに diafram を置て gas が anode cathode 間の space に進入するを防ぎ hot wire の頂點より Ray が出る様にしてある。

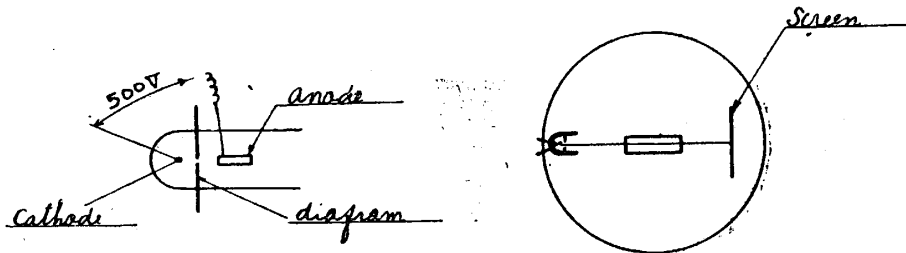


Fig 8

Accelerating Voltage は 500 volt で外側より 1~10 sec. の time で寫眞を取ることも出来るさうです此の型は無線電信の研究には便利だと云つて居ます。

(III) Neue Vorschlaege zur Verbesserung des Kathoden-Strahl Oscillographen.

Rogowski は Oscillograph に用ゆる Accessory の改良を提案して居るのです。

上述の Oscillograph に electrical oscillation を與ふれば screen の上の Cathode ray spot の motion は straight motion なる故 time に就ての變化はその儘では現はれない 故にその外に之と直角の方向に time に比例した deflection を與ふる device が必要である之を time axis deflection と云ふ。

その方法としては種々あるがその中の一例を挙げれば Mechanic electrical method :とでも云ふべきもので次の様ながある。

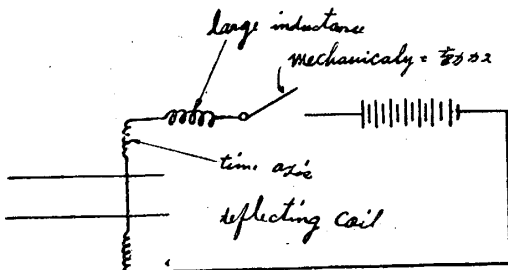


Fig 9

Circuit を close すれば電流は A の如く logarithmic に増加するが之を一定時間 t_0 の後切れば直に zero となり次に close する迄 zero となる之を繰返さすれば B の如く電流は變化す

斯く mechanically に斷續する最大の數は一秒間に 3,000 回位であるからあまり速い frequency ものには適しない

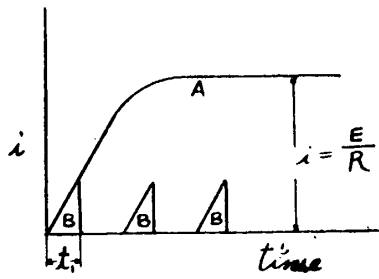


Fig. 10

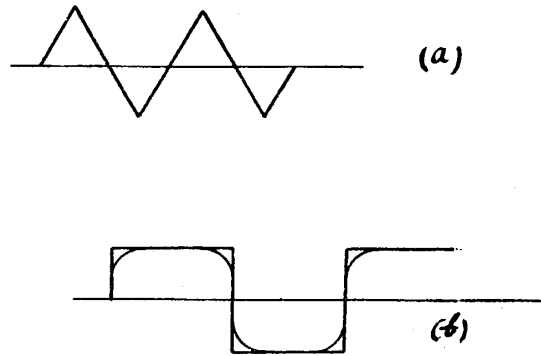
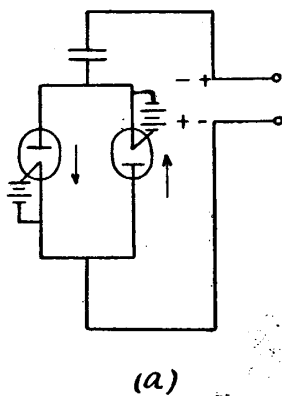


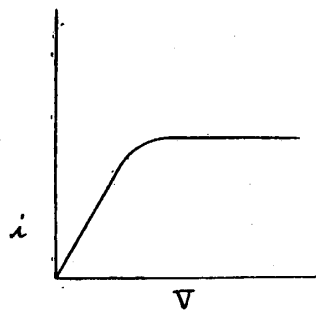
Fig. 11.

(2) Rogowski の方法

Rogowski は第十一圖 (a) の如き potential difference を deflecting electrode に與ふる様に考案したのである。



(a)



(b)

Fig. 12

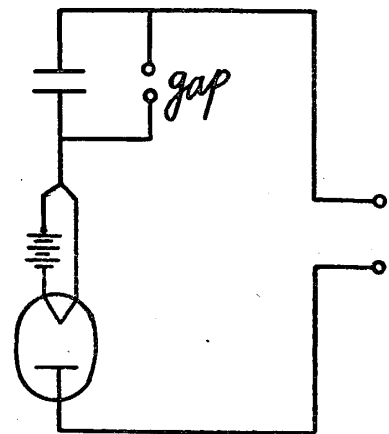


Fig 13

電位差を第十一圖の如くに變化せしむるには之を condenser に charge discharge する電流は同じく (b) 圖の矩形の如き形を備ふべきである、此の電流を得る爲めに Thermionic valve の saturation current を利用したのであつて第十二圖の如く接続して之に交番電壓を加ふをれば電壓半波毎に一定値以上では之を通る電流は一定値 (Saturation Current) 以上に昇らないから第十一圖 (b) 圖の矩形の端を round off した様な電流を通することとなり之に對應して電壓波形は頂部丈け少しく丸められた三角形となります。

此の装置は Rogowski の特許になつて居ますが實驗設備の不足の爲めに Tube は cold

cathode のものを用ひ frequency も毎秒 50 cycle の低いものによつて居まして實驗結果としては遺憾な點が多い。

又三角形の wave では spot の歸る部分も同時に screen に現はれるから第十三圖の如く一つの thermionic valve を用ひ charge が一定値以上に達すれば spark gap を discharge せしむる第二案も添へてあります。

其後 Bureau of standard で集めた Cathode Ray Oscillograph に関する Literature を手に入れましたから添加して置きます。(終)

A BIBLIOGRAPHY ON CATHODE RAY TUBES.

- Almy, Use of Cathode Ray Acted upon by Parallel Magneticfield. Camb. Phil. Proc 11- 182.
- Augstrom. Braun tube for obtaining Hysterisis Loops. Phys. Rev. 10. 74-82. Feb. 1900.
- Braun. F. Valuable Cathode Stream. Weid. Ann. 60, 552. 1897.
- Braun and Zenneck. Ann. d. Physik. 9, 497, 1902.
- Braun F. High Frequency Oscillations. El. 56. 546-549. Jan. 19, 1906. El. 51, 19. Sci. Abs. A. 571, 1906.
- Bancroft. Journal Franklin Institute. Feb. 1913.
- Bedell and Brown. Wave Form, Electric Journal 12, 23, 1915.
- Bettelli, A. and Magri, L. Hysteresis Loops. Atti della Reale Accademia die Lincei. Series 5, 15-2, 485, 1906,
- Birkland. Action of Parallel Magnetic Field on Cathode Rays. Comp. Rend. 1. 585, 1898.
- Bressler, C. H. V. New Method of Producing Stationary A. C. curves with the Braun. Tube. Phys. Zeit. 17. 349-352, August 1. 1916. Sci. Abs. A. 1283. 484, Nov. 25, 1916.
- Broughton, H. H. The Cathode Ray Oscillograph and its Uses. El. 72. 171, Nov. 7, 1913.
- Crooker, S. J. Influence of Series Spark on Direct Current corona. Am. Jour. Sci. 45. 281. 300, April 1918.

- Chaffee, E. Leon. Analysis of Oscillations, by Meas. of Braun Tube Oscillographs. Contribution from Jeff. Phys. Lab. p. 283. 1911.
- Chaffee, E. Leon. Similar paper to proc. in Jahrb. d. Tel. and Tel. 7. 5. 1913. Chaffee's article continued.
- Corbino. On M. Hysteresis Loops. Phys. Zeitsch. 6, 174, 1905.
- Codidge, W. D. Hot Cathode. Phys. Rev. Dec. 1913.
- Craighead, J. R. Measurement of the Crest Values of Alternating Voltage. G. E. Review 22, 104-106. Feb., 1919.
- Crookes. Phil. Trans. pt. 1. 135, pt. 2. 641. 1879.
- Duddell. Braun Tube. El. 46, 268, 310 : 1900.
- Dufour, A. The Cathode Ray Oscillograph. Comptes Rendus, 158. 1339-1341, May 11, 1914.
- Duddell. Oscillograph. El. 34, 636.
- Fleming, J. A. Braun Cathode Ray Tubes and an Electrostatic Machine for Operating Them. Proc. Phys. Soc. (London) 15, 227 : 1912-13.
- Fassbender. H. and E. Hupka. Verhand. d. Deut. Physik. Gesell. 14, 408-413 : 1912. Physik. Zubachr. 14, 1043 : 1913.
- General Elec. Cyclograph- Review. July 1915.
- General Elec. Kenotron. Review, 18. 156-167, March 1915.
- General Elec. Oscillograph. A. I. E. E. Trans. 24. 185.
- Golestein, Berl. Monat. P. 284, 1876.
- Hill-McGraw. Oscillograph. A. C. Book by Magnusson.
- Hittorf. Pogg Ann. 136, 8 : 1869.
- Hertz. Weldann XIV. P. 28 : 1892.
- Knipp. C. T. and Wels. L. A. Measurement of Earth's Magnetic Field. Phil, Mag. 32, 381. 391, Oct., 1916. Terr. Mag. & Atm. Elec. 20. 53, 68, June 1915.
- Koto, H. S. An Electeic Oscillograph. El. 72. 290 : 1913.
- Lubrke, Ernst. Wave-form Measurements with the Braun Tube. Jahrb. d. drabt. Tel., p. 108, July 1918.
- Langmuir, Irving. Electron Discharge Apparatus. U. S. Patent Nos. 1,244,216 and 1,244,217.

- Minton, J. P. Mechanical Rectifier for Operating Tube. A. I. E. E. 34, 1644 (1639): 1915.
- Minton, J. P. Difficulties Encountered in the Development and operation of Cathode Ray Tubes. Paper No. 6, Pittsfield section, A. I. E. E., Season 1913-14.
- Minton, J. P. Cathode Ray Tubes and their Properties. G. E. Review 18, 118-1915.
- Minton, J. P. Some Characteristics of Cathode Ray Tubes. G. E. Review Vol. 18, July 1915.
- Minton, J. P. An Investigation on Dielectric Losses with the Cathode Ray Tube. Trans. A. I. E. E., 3, (11), 1627-1915.
- Millikan, Phys. Rev., Vol. 32. p. 349:1911: pp. 109-143. Aug. 1913.
- Plücker. Pogg Ann, 107, p. 177:1859. 116, 45:1862.
- Porter, R. A. The Relation of Potential Distribution to Hysteresis Effect in the Wehnelt Tube. Phys. Rev. 13, 189, June 1919.
- Rankin, Robert. The Kathode Ray Tube. Electric Club Journal, 2,
- Rankin, Robert. Use of Magnetic Field with Ryan Cathode Ray Oscillograph. Phys. Rev. 21, 399-406:1905.
- Ryan, H. J. A Power Diagram Indicator. A. I. E. E. 30, 511-535, April 1911.
- Ryan, H. J. Trans. A. I. E. E. 22, 539-552:1903.
- Rukop, H. and Zennick, J. A. C. Arc as Generator of Electric Oscillations. Ann. d. Physik. 44, 1. 97-111, April 28, 1914. Sci. Abs. B. 376, 1914.
- Samson, C. Braun Tube with Glowing Cathode. Ann, d. Phys. 55. 8, 608-632, June 28, 1918.
- Thompson, J. J. End Corrections etc. Phil. Mag. 1910.
- Tressler, M. E. The Cathode Ray Tube and Its Applications. G. E. Review. 18, 816. Aug. 1915.
- Tschuely, W. A Hot-Wire Vacuum Meter. Electrician. 82, 146, Jan. 31. 1919.
- Vollmer, H. Variation in Frequency and Intensity of Electric Arc Oscillations. Jahrb, der Deut. Tel. 3, 2. pp. 117-174, Dec. 1909: 3, 3, pp. 213-249, Feb. 1910: Sci. Abs. B. p. 157. 1910.
- Varley, J. M. proc. Roy Soc. XIII. 236, 1871.

-
- Varley, J. M. Phil. Mag. Ser. 6-3, 500, 1902.
- Varley, p. Murdock, Some Applications of the Braun Tube, London Electrician 55, 335, 1905.
- Willows, R. S. Action of a Magnetic Field on the Discharge Through a Gas. Phil. Mag. 370, March 1905.
- Willows, R. S. Notes on the Behavior of Incandescent Lime Cathodes. Phys. Soc. Proc. 23, 257, 1910-1911.
- Wilson, W. The Loss of Energy of Wehnelt Cathodes by Electron Emission, Phys. Rev. 10. 79, July 1917. abst.
- Wiechart, E. Concentrating Coil for Braun Tube, Wied. Ann 69. 751. 1899.
- Wehnelt, A. und Denath, B. Concentrating Coil for Brauu Tube. Weid. Ann. 59, 861. 1899.
- Yage, H. Arc Oscillations in Coupled Circuits. P. I. R. E. 4-371.
- Zenneck, J. Physikalische Zeitschrift. No. 6. p. 226. March 15. 1913.
- Das Glimmlicht Oscilloskop. Jahrbuch, 3. 404. 1909-10.
- Washington, D, C.
-