

TOLOK LAFFERTY / MAGNETRON

MOHD NAJIB BIN KHALIB @ MD SAAD
(74155)

SINOPSIS

Bagi pengukuran tekanan rendah, biasanya pada julat 10^{-5} mm Hg, molekul-molekul dihilangkan dari sistem. Manakala untuk tekanan yang lebih rendah bilangan per molekul mesti direndahkan lagi. Untuk tolok yang dibawah, bilangan per molekul adalah antara 10^{-2} hingga 10^{-14} mm Hg. Oleh yang demikian, tolok tekanan direka untuk memperolehi aras tekanan yang diperlukan.

PENDAHULUAN

Tolok Lafferty atau lebih dikenali dengan nama Magnetron merupakan sejenis tolok pengukuran tekanan rendah. Julat 10^{-2} hingga 10^{-14} m bar. Tolok ini menggunakan medan magnet untuk menambah lintasan bebas elektron dalam gerakan heliks beberapa orbit dan memungkinkan lebih banyak pengion gas. Sebenarnya tolok ini ialah gabungan tolok pengionan katod panas dan tolok pengionan katod sejuk.

CARA BERKERJA

Di hujung tolok ini terdapat 2 rod negatif dan ianya adalah untuk mengelakan elektron keluar. Satu plate digunakan untuk mengumpulkan ion positif. Arus dijanakan dalam magnetron. Elektron dipancarkan oleh filamen dalam secara spiral dalam kawasan medan magnet diantara kawasan negetif. Sekiranya medan magnet adalah tinggi, kebanyakan elektron gagal menuju ke anod. Sesetengah elektron akan membuat orbital di katod sebelum dikumpulkan.

Ketumpatan elektron bertambah dengan peratusan medan magnet, dan kemungkinan pengionan gas bertambah. Merujuk kepada rajah 1, arus ion dari hujung satu plate dan arus elektron ke anod diplotkan sebagai fungsi medan magnet untuk magnetron dengan anod 15/16 inci per diameter dan 1 1/8 inci panjang.

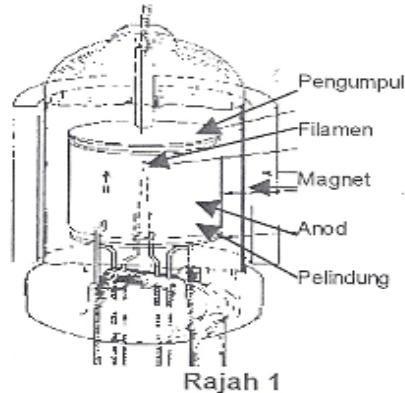
8-mil hair pin filamen tungsten dipisahkan sebanyak 40 mil pada dasar. Suhu filamen dilaraskan untuk memberikan pancaran arus sebanyak 10^{-7} A dengan sifar medan magnet. Dibawah keadaan ini ion pengumpul arus adalah hampir 10^{-13} A pada

tekanan 10^{-8} mm Hg. Walaubagaimanapun, daripada ukuran yang dilakukan pada julat tekanan 10^{-6} mm Hg, kesensitifan tolok ini diketahui adalah 30 per mm Hg. Justru itu, arus sebenar pada tekanan 10^{-8} mm Hg hanyalah 3×10^{-15} A, ditunjukkan pada graf titik pada rajah 2.

Sebenarnya arus yang diukur dalam litar ion pengumpul adalah 30 kali daripada nilai yang telah diukur, dan anggaran kesemua arus foto dihasilkan oleh sinar-X daripada hentaman 300-volt elektron pada anod.

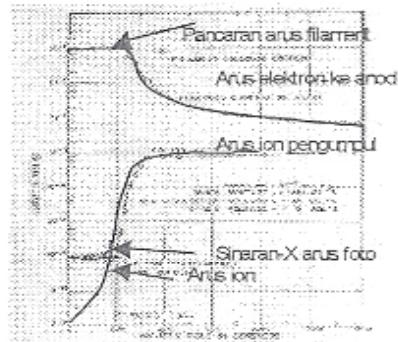
Apabila medan magnet bertambah dan elektron tidak mengena pada sesaran di anod, lebar hantaran adalah bertambah, dikesan oleh ketajaman dalam arus ion dan kejatuhan dalam arus elektron dikumpulkan oleh anod. Pada medan magnetik kekuatannya adalah 250 mbar, arus ion berubah 25000 kali daripada apa yang sepatutnya tanpa medan, dan elektron jatuh dikumpulkan sehingga nisbah 1:50 daripada nilai sebenar. Nisbah arus ion kepada sinar-X arus foto adalah bertambah 1.25×10^6 kali dengan aplikasi medan magnet. Oleh kerana potongan arus ke anod adalah konstan bebas daripada tekanan suhu rendah, arus ion kepada pengumpul adalah sama dengan arus foto sinar-X pada tekanan 2.4×10^{-14} mm Hg. Oleh itu, tekanan pada serendah sebegini dapat diukur.

Secara praktiknya keupayaan untuk membaca tekanan rendah adalah terhad oleh kesensitifan pada litar yang digunakan untuk mengukur arus ion.



Rajah 1

Gambar rajah Tolok Lafferty / Magnetron



Rajah 2

Medan magnet dalam nitar
Arus ion pengumpul dan arus electron anod sebagai fungsi kepada
medan magnet untuk tolok magnetron

PERBINCANGAN

Dengan meningkatkan pegionan elektron memberikan pancaran arus yang mempunyai kesan pancaran i_o/i_r . Berpandukan kepada gambar rajah 2, tolok ini berupaya mengukur tekanan sehingga 10^{-14} Pa. Untuk mengelakan ketidak stabilan, kesan cas ruang adalah perlu untuk menggunakan arus pancaran kecil diantara 10^{-9} A sehingga 10^{-6} A.

Menggunakan maklumat yang telah diperolehi dalam rajah 2, untuk pancaran 10^{-7} A dalam medan 0.025 T, kesensitifan adalah 5.3×10^{-4} A/Pa dan konstan tolok adalah 5.3×10^3 Pa. Ujian gas adalah udara. Contoh, kehadiran tolok mengisarkan paksi pancaran tolok suppressor magnetron Che, Suen, dan Kuo. Dengan pancaran arus adalah 1×10^{-6} A, medan 0.03 T dan tekanan 1.3×10^{-6} Pa diperolehi kesensitifan adalah 6.75×10^{-4} A/Pa dan tolok konstan adalah 6.75×10^2 Pa. Had sinar-X adalah dihadkan sehingga 6×10^{-13} Pa, ataupun tolok tidak diuji dibawah 10^{-10} Pa.

KESIMPULAN

Magnetron katod panas yang telah ditunjukkan mempunyai mempunyai nilai kesensitifan yang tinggi apabila beroperasi dalam julat mili ampere pancaran elektron pada tekanan 10^{-5} mm Hg. Walaubagaimanapun terdapat sesetengahnya melampaui kerja pengepaman dan ketidak stabilan operasi. Lafferty telah menjumpai bahawa keadaan ini dapat dielakkan dengan pengoperasian magnetron pada aras pancaran elektron yang rendah.

RUJUKAN

1. J.M Lafferty, scientific foundation of vacuum technique, John Wiley & Sons, New York, 2nd edition, 1962.
2. J.M Lafferty, scientific foundation of vacuum and technology, John Wiley & Sons, New York, 1998.
3. www.ti.com