

測量場致发光电功吸收的量热法*

張 广 基 許 少 鴻

提 要

本文描述了用量热法来測量場致发光的电功吸收。这个方法是根据了能量守恒原理,从而消除了測量中的諧波和頻率的影响。

从初步实验結果看出,測量誤差在 5mW 以下时不大于 5%。

一、引 言

場致发光的效率,在实际应用上或理論研究中都是非常重要的物理参数。因此准确地測定效率具有重要的意义。場致发光效率是指发光的光通量与电功吸收之比。发光光通量的測量方法比較成熟。測量电功吸收虽然也有很多方法,但皆假定发光样品是一个綫性元件。实际上从通过样品的电流波形可以看到,这只是一个近似。在頻率較高的情况下,測量系統的綫路設計問題将会很复杂,甚至无法解决。因此根据不同的原理,提出一种新的測量方法,就很有必要了。

为測量場致发光的效率,Аленцев 首先提出量热法^[1]。以后 Bodo 利用这一原理測定了荧光灯材料的量子产額^[2]。为解决上述測量場致发光电功吸收的困难,我們也利用了这一原理。初步的結果說明量热法是可用的。

二、原理与装置

1) 原理 在場致发光过程中,其能量轉換关系为

$$A = E + Q, \quad (1)$$

其中: A 为場致发光样品的电功吸收, E 为发光的能量, Q 为轉变为热的能量。

場致发光的能量效率可写成

$$\eta = \frac{E}{A} = \frac{1}{1 + \frac{Q}{E}}, \quad (2)$$

这样, E 已有成熟的測量方法,只要測出热能 Q , 就可决定效率。对于热能 Q 的測量,采用了下述与已知功率損耗对比的方法(图 1)。

場致发光样品(用固态介質制成)放置在密閉的銅盒內。导电玻璃和胶体石墨层形成它的上下电极。用外加电場激发时,轉变为热的能量将导致銅盒温度上升 ΔT (稳定值),

* 1961 年 12 月 25 日收到。

使溫差電偶產生電動勢，从而使電流計偏轉 $d(\text{m.m.})$ 。為了定出與偏轉 d 相對應的熱能 Q ，採用了對比的方法，即輸給導電玻璃已知適當的電能 W （直流，故 $W = I \cdot V$ ），使銅盒溫度也升高 ΔT ，電流計的偏轉亦為 d 。這樣則可以認為

$$Q = W, \quad (3)$$

後面將證明 W 的確非常近似於 Q 。

2) 實驗裝置 測試系統裝置簡要地示於圖 2。在測量過程中，由於 Q 很小（一般均在 5mW 以下），外界的影響將會導致極大誤差。所以在裝置中用玻璃罩 a ，鐵殼 b ，和銅

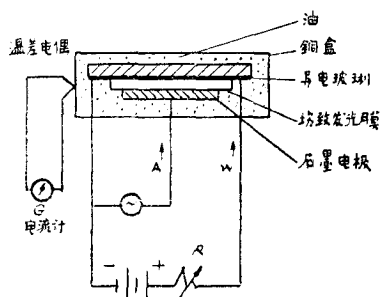


圖 1

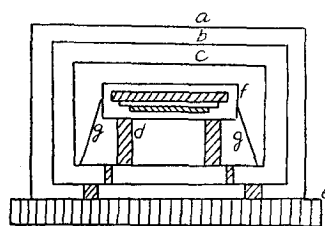


圖 2 實驗裝置

殼 c ，進行絕熱屏蔽。在它們中間用軟木做支架 d ，全套裝置安放在塑料台上 e 。場致發光樣品置於銅盒 f 內，而在盒內充以變壓器油，使其內部溫度分布比較穩定。銅盒溫度的改變將由鍍銅溫差電偶 g 來量測。溫差電偶的兩端分別接在 f 與 c 上，並將多對均勻排列的電偶串聯，以此提高測量靈敏度，同時可以抵消一部分由於熱傳導不均勻引起的誤差（熱偶端點與 f, c 絕緣粘接）。

三、測量結果及討論

1) 基本假設的實驗驗證 在測量熱能 Q 時，用了假設(3)，即認為發光膜發熱與導電玻璃加熱在溫差電偶所在位置產生的溫度是等效的。但發光膜和導電玻璃所處地點及周圍情況並不完全相同，因此有必要首先驗證這一假設。下面是驗證的方法（圖 3）。

首先在導電玻璃電極上加入電功率 W_1 （ K 在 1 處），引起銅盒的溫度上升，使電流計偏轉 d_1 （穩定值），然後電鍵 K 移至 2 處，對石墨電極加入電功率 W_2 ，穩定後電流計偏轉 d_2 。由於發光膜位於導電玻璃和石墨電極之間，故若

$$d_1 = d_2 = d,$$

則可認為 Q 一定位於 W_1 與 W_2 之間。

從表 1 所列的測量結果表明， W_1 與 W_2 是相近的，在 5 毫瓦以下（而這是一般樣品的電功吸收值）相差不超過 5% 。因此用對比法測量出之 Q ，其誤差應小於 5% 。

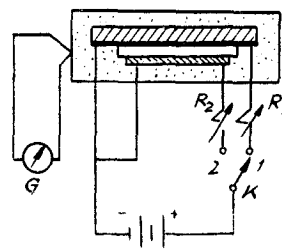


圖 3

表 1¹⁾

$d(\text{m.m.})$	20	30	50	68	84	95	140
$W_1(\text{m.W.})$	0.58	1.05	2.1	3.0	3.9	5.0	7.1
$W_2(\text{m.W.})$	0.54	1.1	1.95	3.05	4.1	5.25	7.9

* W_1 是使电流计偏转 d 时,在导电玻璃上所需加的电功率。 W_2 是使电流计偏转亦为 d 时,在石墨电极上所需加的电功率。

2) 用量热法测量场致发光电功吸收与补偿法测量结果之比较²⁾ 我们选用固态场致发光膜,在不同的频率和外加电压下,用两种方法测量其电功吸收,测量结果列在表 2。

表 2 量热法与补偿法测量结果之比较

激发条件	500 周 150 伏	1000 周 100 伏	1000 周 150 伏	1000 周 200 伏
量热法(m.W.)	1.7	0.8	2.95	3.2
补偿法(m.W.)	1.55	0.76	2.6	2.95

比较的结果表明,两种测量方法在所用激发条件下,可以说都是可靠的。表 2 中显示出的系统误差可能是由于激发电压及其他电学参量没有精确地校正过而引起的。

3) 讨论

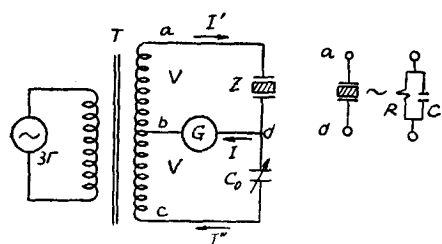
i) 量热法是从能量转换的原理出发,根本不需要对场致发光样品做任何等效元件的假设。因此,由于场致发光样品的非线性特性而引起的谐波问题,无需考虑。而在其他方法中,对非线性问题,只能做为测量误差来处理。

ii) 由于实验装置中没有复杂的电路,因此测量可延伸到很高的频率范围。还可以测量矩形脉冲或其他电压波形激发下的电功吸收。这对其他方法来说是非常困难的。

iii) 从以上实验数据看出,量热法是可靠和相当准确的,并且可以用它来检验其它的测量方法是否正确。这个方法的缺点是速度慢,手续繁复,不适于做经常性的样品鉴定。

1) 用表 1 中数据作 $d-W$ 图,在 $W < 5\text{mW}$ 的范围内得到一直线,这是合理的。但此线不通过坐标原点。这可能是由于电流计零点有一个恒定的误差,因为在测量过程中,没有消除电偶线路中各接点处温度不均匀引起的电势差。但因用了对比的方法,且测量时间不太长,可以认为测量结果的准确性不致受到多大影响。

2) 补偿法:这是一种常用的测量场致发光电功吸收的方法,其原理如图 4 所示。



在电路中,假设场致发光样品近似一个 RC 并联元件。这时

$$I' = I_R + I_C,$$

$$I'' = I_C.$$

若选择 $C = C_0$,则可导出

$$I = I' - I'' = I_R,$$

由此可以计算出电功吸收为

$$A = |V| \cdot |I_R|.$$

图 4 测量电功吸收补偿法原理图

T ——音频输出变压器,次级有严格对称输出;

Z ——场致发光样品; C_0 ——可调空气电容器;

G ——音频电流指示计; 3Γ ——音频电源。

参 考 文 献

- [1] Аленцев М. Н.: *Ж.Э.Т.Ф.*, **21** (1951), 133.
[2] Bodo Z.: *Acta Phys. Hung.*, **3** (1953), 23.

КАЛОРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ПОГЛОЩЕННОЙ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕЦИИ

Сюй Шао-хун, Чжан Гуан-ди

Резюме

Проведено измерение поглощенной мощности в электролюминесценции калориметрическим методом. Этот метод основан на законе энергетического баланса и, следовательно, влияние гармоник и частот на результат измерения можно считать исключены.

Из полученных данных видно, что погрешность измерения не превышает 5% при поглощаемой мощности меньше 5mW.