

---

 NOTE
 

---

## A METHOD OF MEASURING THE VELOCITY OF THE FLAME PROPAGATION.

By REMPEI GOTO and MATSUICHI SUZUKI.

In the ionized gap method of measuring the velocity of the flame propagation, there are two ways of measurement — (A) and (B). (A) When the flame passes through the gaps between several pairs of the electrodes kept at a given low voltage, the electric current due to ions in the flame is recorded by means of an electro-magnetic oscillograph. (B) When the flame reaches the gaps charged with a voltage slightly lower than sparking potential, the spark discharge is brought forth, and the spark induced in the second gap set in series is directly recorded on rotating film.

Using the former method, the present authors attempted to measure the velocity of the flame propagation in the low pressure hydrogen — air mixture. But because of the low ion density (below  $10^{-7}$ ) and low sensitivity of the vibrator of the oscillograph used, the time of the passing of the flame could not be recorded with the ordinary alternating amplifier. However, by using the method of spark discharge (B) they succeeded in recording the spark current satisfactorily on an oscillograph, instead of recording the ion current. The combination of the methods (A) and (B) is applicable when a vibrator of only a low sensitivity is available or when the ion concentration is extremely low.

The reaction vessel is shown in Fig. 1. B is the spark gap for ignition;  $C_1$  and  $C_2$  are the spark gaps (0.2 mm.) for recording the passing of the flame (In the present preliminary experiment,  $C_2$  alone was used.). Fig. 2 shows the spark circuit. When the primary current of the induction coil A is cut off with the switch  $K_1$ , the combustible mixture is ignited by the spark induced at B. In Fig. 3 is shown the circuit of spare voltage to be supplied to gap  $C_2$ . In the  $H_2$ -air (2 : 5) mixture under 20 cm. pressure, it takes about 1500 V to induce at  $C_2$  the spark discharge, but in the flame only 900 V brings forth the discharge. This indicated that 1500—900 V is sufficient for the spare voltage at C. Nevertheless, when the spare voltage is put near to this upper limit, there is a risk of a spark to be induced at  $C_2$  by the ignition spark, as shown in Fig. 5. Therefore, it is desirable that the spare voltage is in the neighbourhood of the lower limit, 900 V.

One of the records obtained is given in Fig. 4, where (1) and (2) show the instants corresponding to the ignition spark and the flame spark respectively. From this time-interval and the distance between B— $C_2$  (95 cm.), the mean velocity of the flame can be measured. In the original paper, the results of the preliminary experiments are summarized in Table I.

*Chemical Institute,*

*Kyoto Imperial University.*

*(May, 15, 1942)*

## 火焰傳播速度の一測定法 (短報)

後 藤 廉 平

鈴 木 松 一

可燃性混合氣體中を傳播する火焰の速度の測定法としては、従來次の様な種類の方法が用ひられて居る。

- 1) 電路切斷法 (Screen wire method)
- 2) 電路短絡法 (Ionized gap method)
- 3) 寫 眞 法 (Photographic method)
- 4) 最大壓力法 (Maximum pressure method)

この中第(2)の電路短絡法には二通りの方法が記載されて居る。一つは(a)火焰の通路に一定の電壓を保つた數對の電極を挿入し、この電極間隙を火焰が通過する時、火焰中のイオンに依つて電極間が短絡されて生ずるイオン電流を電磁オツシログラフに依つて記録する方法である。<sup>1)</sup> 今一つは(b)此等電極間に火花放電電壓より少し低い電壓を豫め與へておいて、茲に火焰が到達した時火花放電を起させ、同時に之と直列に設けた第二の間隙に誘發される火花の光を直接廻轉感光フィルムに記録する方法である。<sup>2)</sup>

著者等は、この(a)の方法を用ひて、低壓水素-空氣中の火焰傳播速度を測定し様としたのであるが、イオン密度が低いのと( $10^{-7}$ A以下)、オツシログラフの振動子の感度が低い( $10^{-3}$ A)爲に、普通の交流増幅装置を用ひても火焰の通過時刻の記録が出来なかつたので、イオン電流を記録する代りに、(b)の方法の様に火花放電法を用ひ、その火花電流を直接、オツシログラフに記録する事に依つて所期の目的を達する事が出来た。即ち上述の(a)、(b)二方法の折衷法とも云ふ可きものであつて、電流感度の鈍い振動子を用ひねばならぬ時とか、イオン電流の極度に小さい場合に都合がよいと思はれるから、その實驗方法と結果に就て簡単に報告する。

### 實 驗 装 置

オツシログラフ：實驗に用ひた電磁オツシログラフは横河製三エレメント型のもので、火花電流記録用振動子はA型で感度は $2 \times 10^{-3}$  D.CA/mm, 周期は1/6000秒, 抵抗1 $\Omega$ , 最大電流は250 mAのものである。

1) Schwauffer: *E. D. I.*, 75, 455 (1931).

2) Bone and Townsend: *Flame and Combustion*. Longman Green (1927) p. 125 参照.

**反應管：** 反應管は第1圖に示す様な硝子製圓筒で内徑 2.0 cm, 長さは約 120 cm である。B は點火用のアルミニウム製球狀電極で, 火花間隙は約 2 mm である。C<sub>1</sub> 及び C<sub>2</sub> は火焰通過記録用の電極で先端には徑 0.25 mm, 長さ約 1 cm の白金線がつけてある。この間隙も約 2 mm である。

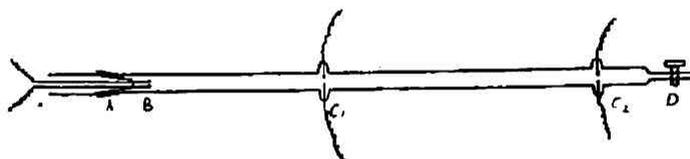


Fig. 1

**點火火花發生装置：** 第2圖 A なる感應コイルの一次回路を電鍵 K<sub>1</sub> に依つて豫め閉じておき, オツシログラフの自動スイッチを押すと, 自動スイッチに依つて廻轉感光紙のシャッターが開いてから一定時間後に第2圖 E の部分が短絡され, 電磁石 D に依つて鍵 K<sub>1</sub> が開かれて, B (第1圖の B に相當する火花間隙) に火花が飛び, 混合氣に點火される。その時の火花電流及び時刻は, B と直列に挿入されたオツシログラフの振動子 C に依つて記録される。

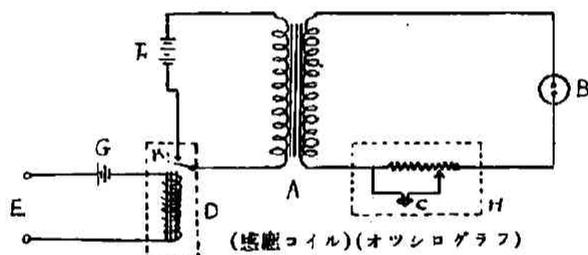


Fig. 2

**火焰通過記録：** 火花に依つて點火された火焰が第1圖 C<sub>1</sub> 或は C<sub>2</sub> 等豫め電壓を與へられた電極間を通過する時に茲にイオン電流が流れるから, その瞬間に流れる電流を直接或は増幅してオツシログラフに記録すればよいわけであるが, 本實驗に用ひた様な條件, 即ち全壓約 20 cm の水素-空氣混合氣中で, 上記 C<sub>1</sub> 或は C<sub>2</sub> の如き電極間に生ずるイオン電流は 10<sup>-7</sup> A 以下であるから, 感度 10<sup>-7</sup> A 程度の振動子に感じる程度迄増幅する事は困難であつた。そこで直接イオン電流を用ひる事を止めて, 電極間に與へる豫備電壓を實驗條件に於ける火花電壓附近

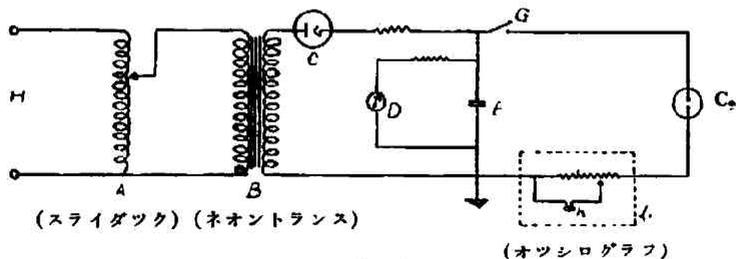


Fig. 3

に保つておいて、火焰通過の際に發生する火花電流を記録する事にした。第3圖は電極  $C_2$  に與へる豫備電壓發生回路で、K はオツシログラフの第2の振動子である。この實驗に於ては、電極  $C_1$  の方は用ひないで  $C_2$  の方丈を用ひた。即ち茲に記録された火焰傳播距離は、點火火花間隙 B と  $C_2$  との間隔 (95 cm) であつて、且つ火焰傳播速度は一様なものではないから、茲に云ふ速度とは B,  $C_2$  間の平均速度に外ならない。

火花電壓は、上記火花間隙  $C_2$  では水素-空氣(2:5)混合氣の壓力 20cm 附近に於て、約 1500V であるが、火焰が通過する時には 900 V 程度に低下するから、1500~900 V 程度の豫備電壓を  $C_2$  にかけておけば、火焰の來た瞬間に火花放電が起るわけである。併しこの豫備電壓を高くすると後に述べる様に、點火火花と同時に  $C_2$  の方にも火花が誘發される傾向があるから、幾分この豫備電壓は低い方がよい様である。

### 實驗結果

第4圖の寫眞は、實驗結果の一例を示すものである。二本の平行線の中の下の方に現れた凸起部分は點火火花の時刻を示すもので、上の方の線に現れた短い空白部分が火焰通過時刻を示すものである。\*最下部の點線は、時間記録で60サイクルの交流電源に於ては一齣が1/120秒に相當して居る。

斯くして得られた豫備實驗結果を示すと第一表の通りである。

壓力の増加に従つて平均速度が急激に増加する傾向が認められる。

茲に注意すべきは、豫備電壓が 1200 V の時屢々第5圖の如き記録が得られる事である。これは點火火花と同時に、 $C_2$  に火花が發生して居る事を示すものであるが、これは混合氣の代りに空氣を用ひても現れる事から考へると、この  $C_2$  に現れ

た火花は、點火火花に依て誘導されたものであつて、火焰通過に依るものでない事は明かである。これは二つの火花放電回路の間に感應現象が起つて居る事を示すものではないかと思は

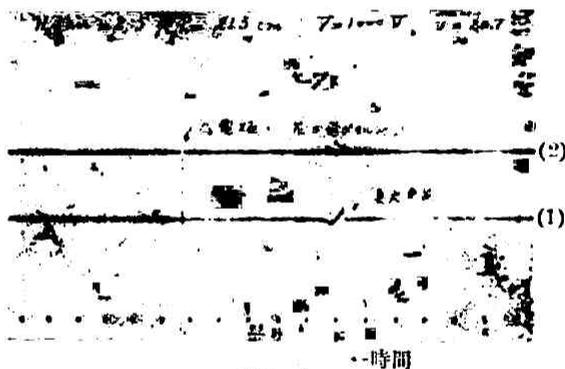


Fig. 4

Table I.

| $H_2$ : Air | 壓力 P(cm) | 豫備電壓 V | 速度 v m/sec |
|-------------|----------|--------|------------|
| 2:5         | 21.0     | 1000   | 15.6       |
|             | 21.3     | 1000   | 20.7       |
|             | 21.5     | 1200   | 33.5       |
|             | 22.0     | 1200   | 36.8       |

\* 上下の火花記録の形が異なるのは、夫々火花回路の形式が違ふ爲にそこに發生する火花の性質が異なる事を示すものである。即ち點火火花の方は誘導成分が多い火花であるのに比して、火焰に依る火花の方は容量成分が多くて誘導成分が少い事を示して居る。

れる。この感應現象は  $C_2$  の豫備電圧をなるべく低くすれば避ける事が出来るが、兩配線の遮蔽にも充分注意すべきであらう。

要するに、上述の様な方法を用ひると振動子の感度が多少鈍かつたり、イオン密度が小さい場合にも、電磁オツシログラフを用ひて、相當明瞭に、火焰傳播速度を測る事が出来る事がわかつた。

この實驗は堀場教授の御指導と御鞭撻の下に行はれたものである。茲に厚く感謝の意を表する次第である。

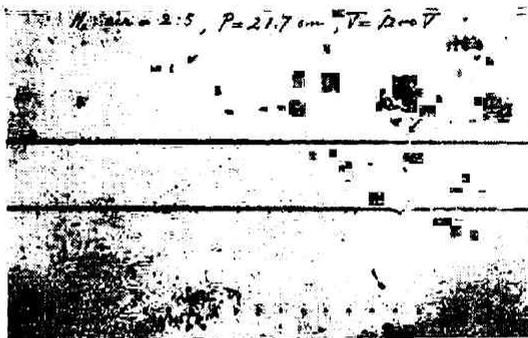


Fig. 5

京都帝國大學  
化學研究所

(昭和17年5月15日受領)