

二次元デジタルマイクロフォトメーターの試作

中 福 千 寿
(教育学部 応用物理学研究室)

Trial Construction of Two Dimensional Digital Microphotometer

Chitoshi NAKAFUKU
(Applied Physics Laboratory)

Abstract: A two dimensional microphotometer which enables to transform the density of the photographic film to electrical voltage is constructed by the combination of travelling microscope and photo sensor. The equatorial diffraction line of the X-ray film of bulk polyethylene was measured and concluded that the distance of the center of each diffraction line is determined with the accuracy of 0.01 mm.

1 はじめに

近年光学機器は各分野に於て用いられ、また装置の性能も飛躍的に向上して来ている。分光写真の解析にも必要不可欠であるマイクロフォトメーターは、これを講入しようとするれば、数百万円はする高価な機器である。しかし、近年発達してきた測長器及び光センサーを組み合わせれば、低価格で高精度のマイクロフォトメーターを容易に作製できるであろう。

本報告では、市販の移動顕微鏡とフォトインプラターを組み合わせ、スリットに適当なものを用いれば、高い精度でデジタルの強度測定が可能な二次元マイクロフォトメーターが作製できることを示す。

2 実験装置

基本測長器にはピカ精工の読取顕微鏡(PRM-2XY)を用いた。x方向は0から最大200mm、y方向は0から最大160mmまで測定可能であり、最小読取値は何れも0.01mmである。これに読み取り範囲2mm、最小目盛0.001mmのダイヤルゲージを組合せることにより、読み取り顕微鏡の測定範囲内で0.001mmに近い精度で長さが決定できるであろう。Fig. 1に装置の外観を示す。手前のハンドルを左右にまわすと、光検出器を含めた主支柱がx方向に移動し、x軸方向の長さが測定できる。y方向移動はy軸のハンドルをまわせばよい。透過光の強度測定には松下電子工業のフォトセンサーON1102を用いた。その外形はFig. 2のようになっており、溝をはさんで発光ダイオード(LED)とフォトランジスターが向きあっている。電源が入っているときは光電流が流れているがLEDとフォトランジスターの間に半透明のものをおくと光出力は低下する。その透明度によって光出力が変化するので、透過光の強度変化からフィルム等の濃淡の度合を定量的に知ることができる。実際に写真フィルム等について測定するときは溝の奥行きが7.5mmしかないので、まん中で切断して、Fig. 3のように、しんちゅうのブロックに溝を作り、LEDとフォトランジスターを対向させて用いた。y方向の最大測定距離はしんちゅうの溝の深さで決まる。スリットは黒い紙にガミソリで幅0.12mm、長さ1.6mmの穴をあけ、フォトランジスター側の面上に

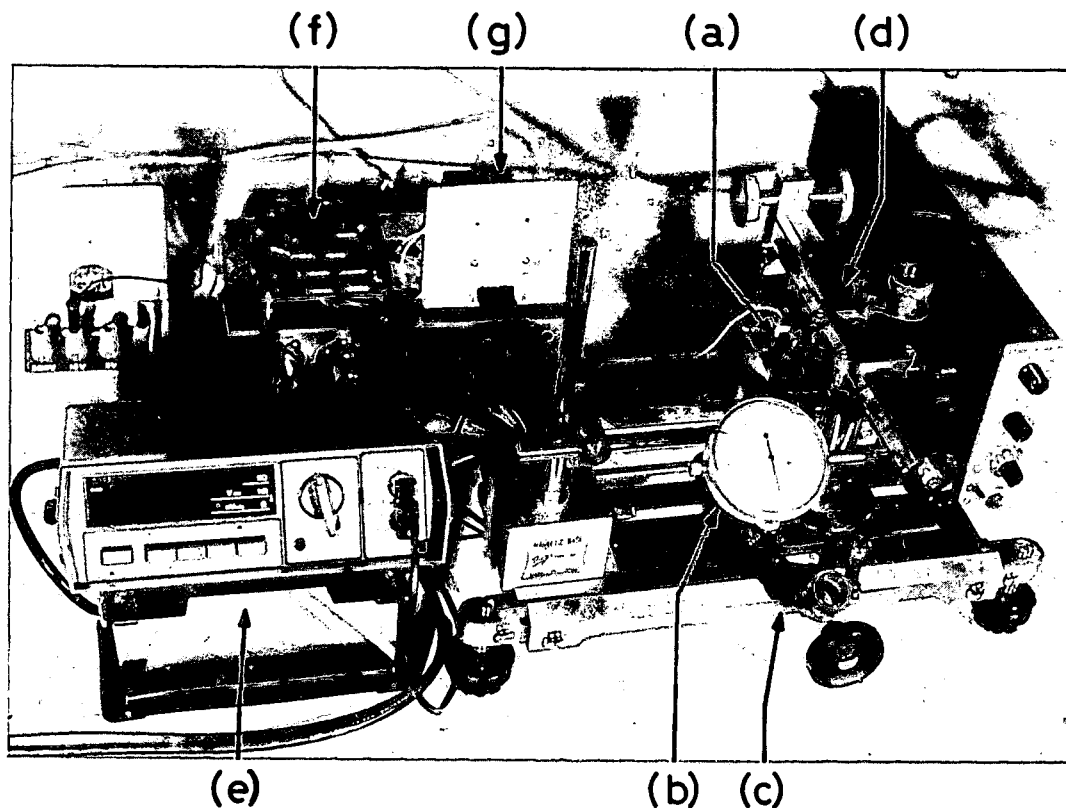


Fig. 1 Photograph of the arrangement of two dimensional microphotometer.
 (a); Photosensor (ON 1102), (e); digital millivolts meter
 (b); Dial Gauge (10^{-3} mm) (f); circuit of optical detector
 (c); x axis measuring scale. (g); 5.0 volts generator.
 (d); y axis measuring scale

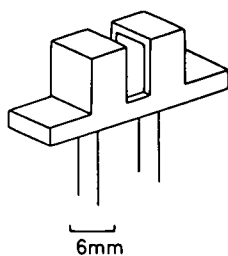


Fig. 2 Figure of photosensor. LED and photo transistor are confronted each other on the gap.

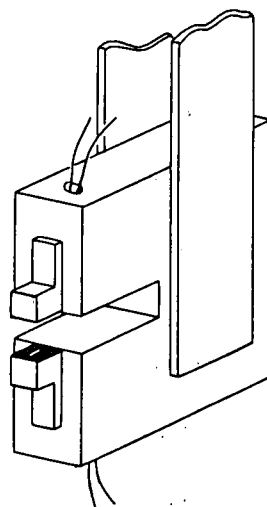


Fig. 3 Set of optical detector in the microphotometer.

はりつけた。LED側には幅1.5mm長さ2.5mmのスリットをはりつけた。電極はしんちゅうブロックに穴をあけてそこから取り出した。Fig. 4に光の強度を電圧に変換する回路を示す¹⁾。外光が出力電圧の不安定の原因となるのでできるだけ暗室で測定を行ない、長さの読みとりはスポットライトで行った。出力電圧は、フィルムの濃度によっても変わるが場合によっては数mV以下であり、その軸移動による変化も μV 程度であるため、分解能 $1\mu\text{V}$ のデジタル電圧計(タケダ理研-T R 6855)を用いて測定した。その際フィルムの濃度の度合によ

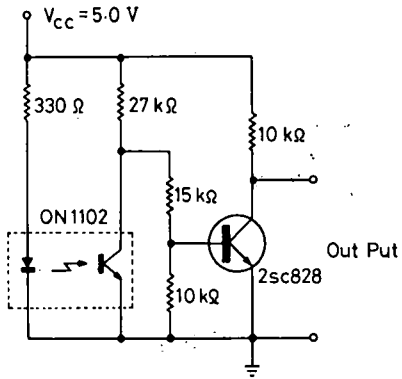


Fig. 4 Circuit of optical detector.

ては、透過光の強度のよみ(ディジボルのよみ)は数10mV以上あり、そのため十分な精度($1\mu\text{V}$ の変化)がでないので、直流電圧発生器を用いて逆電圧をかけ、最大値を数mV以下におさえて、最小値数 μV の変化を読みとった。なお価格は逆電圧発生器を含めても40万円以内で作製可能である。

3 測定方法および精度の検討

この装置の精度を検討するために、ポリエチレンの広角X線写真のフィルムについて実際に測定を行ってみた。写真はいわゆるデバイ写真であり、x軸方向のみについて精度を検討した。y軸方向についてはx軸方向と同様の手順で行えばよい。X線撮影に用いたポリエチレンのサンプルはHizex 2200 Jで常圧にて熔融状態から結晶化した通常の試料である。これをカメラ半径85.80mmの高圧カメラで1 atm 23°Cで40 kV, 23 mAで25分間撮影したものがFig. 5上の写真である。赤道上の矢印の位置に(110), (200), (020)の回折線があらわれる。撮影時間が短いため、特に

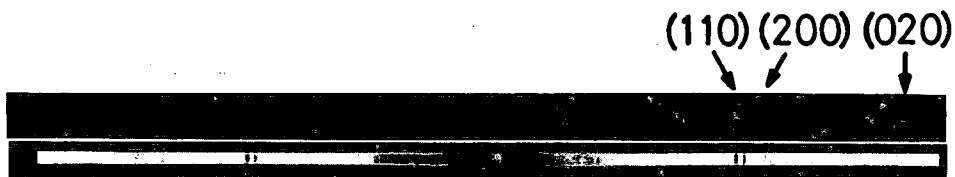


Fig. 5 X-ray photograph of high density polyethylene.
upper photograph ; 23 mA, 40 kV, 30 min.
lower photograph ; 23 mA, 40 kV, 2 hrs.
arrows indicate diffraction line.

(020)線は肉眼では判別しにくい。Fig. 5下図に同一条件で3時間撮影した写真を示す。以下の測定はFig. 5の上の写真のフィルムについて行ったものである。以下に手順を述べる。

まずフィルムセット用透明ガラス板(厚さ2.0mm)の上におき、上から同じ厚さの透明ガラス板でおさえて、両はしをクリップでとめてしっかりと固定する。まず光検出器のx軸方向の移動をフィルムの赤道上に完全に一致した状態で行なう必要がある。そのためには、まずはじめに、中心の位置にスリットが来るようにデジタル電圧計を見ながら、x軸方向及びy軸方向を調節する。次に検出器の位置を右方にずらし、回折線の位置に来ないように注意してx方向の目盛をよみ、y方向に動かす。デジタル電圧計のよみが最小になるようなy軸の位置をよみとる。今度は中心に

関して対称な位置まで左方に検出器をずらし、フィルムをY軸方向の前後に動かしてデジタル電圧計の読みが最小になるようにする。これをくり返して、中心から同一距離の右と左でデジタル電圧計のよみが検出器のY方向移動に関して、同じ位置で最小となるようにすれば、フィルムの赤道と全く平行に検出器が移動することになる。

最後に、各回折線の付近でわずかずつx方向に検出器を移動させると、各回折線の中心に近づくにつれてデジタル電圧計のよみは小さくなる。最小に近いところでx方向移動をやめ、その位置をバーニャでよみとり、最小0.001 mm 目盛のダイヤルゲージをあて、中心近くでセットする。ダ

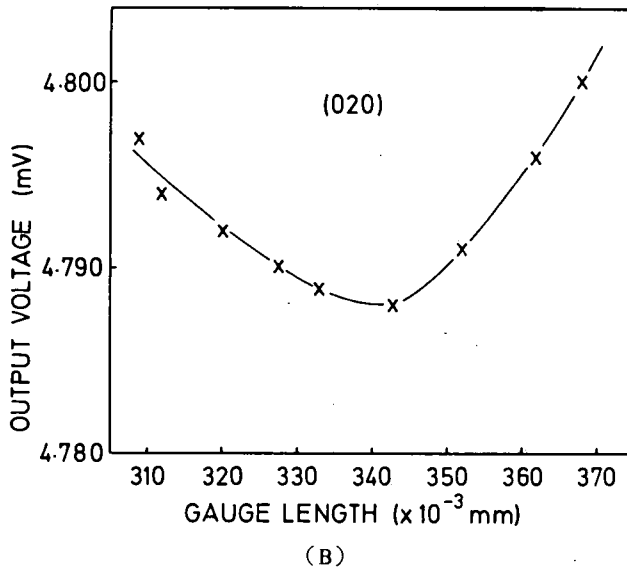
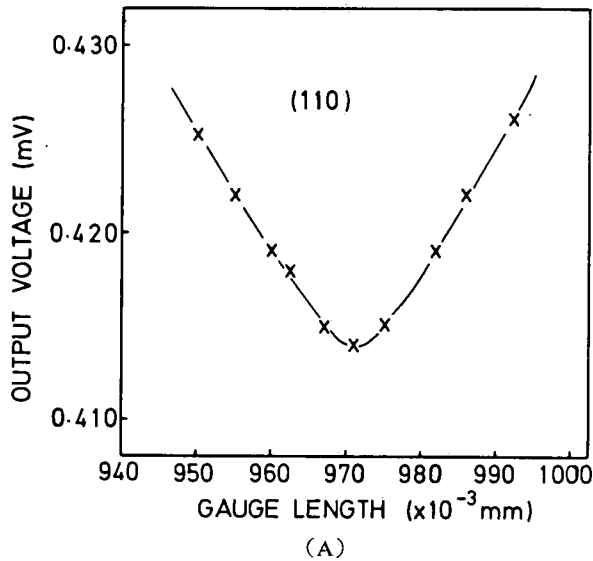


Fig. 6 Change of the values of output voltages in digital milli-volts meter with the change of the length in x-axis.

(a) : around the center of (110) diffraction line of the upper photograph in Fig. 5.

(b) : around the center of (020) diffraction line in the same photograph.

イヤルゲージを完全に固定すると検出器の微小移動により 0.001 mm の移動によるデジタル電圧計のよみの変化がわかる。

Fig. 6 に Fig. 5 の各回折線付近での出力電圧の変化を示す。各回折線の中心位置は 5×10^{-3} mm の精度でよみとれることがわかる。さらに、肉眼では識別がむずかしい (020) でも完全に測定が可能である。このことは、X線回折写真の撮影時間も大幅に短縮できることを示している。回折線位置の中心点のよみとりに、十分な注意と若干の時間を必要とするが、手で正確な回折線の間隔を測定したい場合もあり、そのような場合にはこの装置は十分に役立つであろう。

次にこのようにして決定された各回折線の中心と中心の間の距離を測定することにより各回折の間隔を求めることができる。Table 1 にこの写真で求めた面間隔の値及び同一試料についてディフラクトメーターを用いて得た値を示す。

Table 1

	2d (110) (Å)	d (200) (Å)	d (020) (Å)
Micro photometer	8.243	7.418	4.948
Diffractometer	8.248	7.417	4.945

5 結 論

市販の測長器及び光センサーを用いて、簡単に高精度の2次元デジタルマイクロフォトメーターが作製できることがわかった。X線回折写真をサンプルとして測定すると、回折線の中心位置は 5×10^{-3} mm の精度で、従って中心間きよりは 1×10^{-2} mm の精度で容易に決定できる。また回折線の強度も十分な精度で決定できる。

今後はx方向移動について定速で自動的に移動できるよう改良を検討中である。

参 考 文 献

- 1) 山口正也 “トランジスター技術” 第16巻 第2号 P. 245 (1979)

(昭和55年8月29日受理)

(昭和55年12月5日発行)