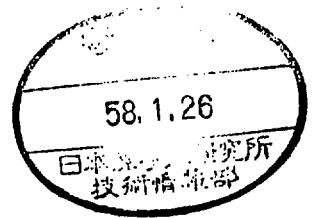


# 高エネルギー実験のための Drift Chamber System

石 井 孝 信  
渡 辺 研 一  
竹 内 康 紀  
志 村 智 之



1982.12.20

# Drift Chamber System for High Energy Experiments

T. Ishii and K. Watanabe

*Institute for Nuclear Study, University of Tokyo, Tanashi, Tokyo 188*

Y. Takeuchi

*Faculty of Engineering Science, Osaka University, Toyonaka, Osaka 560*

N. Shimura

*Tokyo University of Agriculture and Technology, Koganei, Tokyo 184*

## Abstract

We had been using wire spark chamber (WSC) system to determine particle tracks behind the analyzer magnet in high energy experiments at 1.3 GeV electron synchrotron. But they sometimes caused troubles such as spark noises, consumption of the Krytron pulser and so on. Then we have replaced the WSC system with drift chamber (DC) system for the experiment to measure angular distributions of the differential cross section in proton Compton scattering. These DC's are of two dimensional readout type based on the drift time measurement and the charge division method.

In this paper, we will describe the structure, the readout electronics and the results of the beam test of the DC's.

# 目 次

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| はじめに .....                        | 1 |
| 1. Drift Chamber の構造 .....        | 2 |
| 2. Drift Chamber からの情報の読み出し ..... | 2 |
| 3. Drift Chamber の性能 .....        | 3 |
| 4. ま と め .....                    | 4 |
| 表 .....                           | 5 |
| 図 .....                           | 7 |

## はじめに

r 2 実験エリアの spectrometer では analyzer magnet の下流の粒子飛跡の測定に、これまで Wire Spark Chamber (以下WSC) が使われていたが、スパークによる障害、クリトロン消耗、wire 切れなどのわずらわしさから解放されるため、今回の「陽子コンプトン散乱に於ける微分断面積の角分布の測定」の実験では、WSCの部分を Drift Chamber (以下DC) に置きかえた。このDCは荷電分割法を用いwireに沿った方向の位置の測定も同時にできるようにした。ここでは、DCの構造と読出し回路について示し、テストの結果について述べる。

## 1. Drift Chamber の構造

今回製作したDCの構造と大きさを図1に示す。外寸470mm×700mm(縦×横), 内寸290mm×500mm 厚さ6mmのガラスエポキシ樹脂のフレーム(以下エポキシフレーム)が4枚と、同じ大きさで厚さが10mmのAlフレーム2枚から成る。エポキシフレームの内側の一枚はanode wire 6本とfield wire 7本が4cm間隔で交互に張られている。その外側のエポキシフレーム2枚の内側にはpotential wireが5mm間隔で張られている。そして2枚のAlフレームにはそれぞれガスの流入口と流出口が設けられ、外側には厚さ0.076mmのマイラーシートが張ってある。

Anode wireは30 $\mu$ m $\phi$ のステンレス鋼が張力50gWで、field wireとpotential wireは100 $\mu$ m $\phi$ のCu-Be線が張力200gWでそれぞれ縦方向に張られている。Anode wireの電気抵抗は1k $\Omega$ /mである。Anode wireとfield wireを含む平面とpotential wireを含む平面との間隔は6mmである。

次に各wireに与えられる電位について述べる。まずanode wireには正の高電位(1.3~1.4kV)が与えられ、field wireには負の高電位(-4~-5kV)が与えられる。次にpotential wireであるが、これはanode wireとfield wireの間の電位勾配を整えるために、field wireの電位を抵抗で分割して、各potential wireに与えている。このときanode wireに向かい合ったpotential wireには0の電位、field wireに向かい合ったpotential wireにはfield wireと等しい電位を与える。図2にDCの電場及び等電位線を1つのdrift cellについて示す。Anode wireの電位とfield wireの電位は独立に変えられるようにした。

表1にこのDCの規格を示す。

## 2. Drift Chamber からの情報の読み出し

このDCは電子のドリフト時間によるanode wireに垂直な方向の位置測定のほか、anode wireのもつ抵抗を利用し、wire両端から得られる電荷量の比からanode wire方向の位置も測定できるようにした(荷電分割法)。そのための情報の読み出し回路について述べる。

DCの各anode wireの両端から得られるアナログ信号はDCのすぐそばに取り着けられたプリアンプで増幅され、30mのフラット同軸ケーブルでTime and Amplitude Digitizer(以下TAD)と呼ばれるCAMACのモジュールに送られ、デジタル信号に変換される。

### プリアンプ

図3にプリアンプの回路図を示す。1台のプリアンプは入力を6channelもつので3wire分のシグナルを扱える。入力impedanceは26 $\Omega$ , gainは10mV/ $\mu$ Aである。図4に<sup>55</sup>FeからのX線をあてた時のプリアンプの出力波形を示す。出力パルスの立ち上がり時間は約20nsecである。プリアンプの電源としては $\pm$ 12Vを用いる。

プリアンプにテストパルスを入れることにより読み出し回路全体のcheckとcalibrationが行なえる。この時のテストパルスは、マイナス数10mV~マイナス数100mVで幅100~200nsec

程度のものを用いる。

### TADモジュール

図5にTADモジュールのブロックダイアグラムを示す。1台のTADモジュールには3wire分の情報がはいる。TADはCAMAC1幅のモジュールであり、そのパネルを図6に示す。プリアンプからのフラット同軸ケーブルは左下にあるコネクタに接続される。TADモジュールにはtime amplitude converter(以下TAC)スタート用のgateをいれてやらなければならない。このgateはNIM規格で、幅は1~1.5 $\mu$ sec程度のものを用いる。Wireの両端からの信号のORでTACがストップし12bit ADCによってmemoryに書き込まれる。またそれぞれの信号は積分され、電荷量に比例した量がやはり12bit ADCによりmemoryに書き込まれる。時間のoutput(以下TDC)は1count $\approx$ 0.6nsec, また電荷量のoutput(以下ADC)に関しては1count $\approx$ 3 $\times$ 10<sup>-15</sup>qに対応する。

TADにテストパルスを入れることによってモジュールのテストができる。このテストパルスは正のpolarityで幅100~200nsecのものを用いる。これが1/100の大きさになって、DCからの信号のかわりに入力される。

Thresholdは可変であり、その値は端子から読める。端子で見た値と入力での値との関係を図7に示す。

Monitor output(MON)からはthresholdを越えた入力があった時、NIMの信号が出る。

TADモジュールの情報の読み出しに必要なCAMACFUNCTIONを表2に示す。Wire numberやTDC, ADCの区別はsubaddressで行なう。Qは9回まで返し、Xは必ず返す。またLAMは出さない。

図8にTADモジュールの回路図を示す。また、そのICの一覧を表3に示す。

### 3. Drift Chamberの性能

電子ビーム(500MeV/c)を使用してDCのテストを行った。その配置を図9に示す。DCの上流に2面、下流に2面のMWPCを据えた。ここでX1, X2は水平方向の位置測定用のMWPC, Y1, Y2は鉛直方向の位置測定用のMWPCである。Trigger信号としてscintillation counter T1, T2, T3, T4のcoincidenceを使用した。ビームの大きさはT1, T2, T3でしぼられ、約10mm $\times$ 50mmとなる。また電子の飛跡はMWPCによって決定した。

図10にドリフト速度とドリフト用電場との関係を、Arとisobutaneガスの混合比を3点かえて測定したデータを示す。Ar80%+isobutane20%の体積比のとき、電場1000V/cm以上でドリフト速度が約50mm/ $\mu$ secと一定になるので、data takingではこの混合比を使用し、field wireの電位を-4~-5kVにセットした。

図11にDCの効率とanode wireの電位との関係を、ビームがanode wire附近、drift spaceの中間、field wire附近のときについて示す。ビームの位置によらず、anode wireの電位が1.3kVで効率99%と一定になることがわかる。効率はTDCがoverflowしていないevent数

と trigger の event 数の比から求めた。

隣り合った 2 つの anode wire の境界あたりでの効率を図 12 に示す。Field wire 附近での効率は約 70 % ぐらいに減少しているが、その範囲は drift space 40mm に対して約 0.5 mm なので、この範囲での効率の損失は無視できるものといえる。

TDC のチャンネル数とビームの位置との関係を図 13 に示す。Anode wire の極近傍を除いて線形関係にある。

Data taking では図 14 に示すように、4 面の DC を半セルずつずらしてセットして left-right ambiguity を除き、fit より飛跡を決めた。この fit から求めた DC の空間分解能を図 15 に示す。 $\sigma \approx 0.2$  mm である。同様に wire 方向についての分解能を図 16 に示す。 $\sigma \approx 4$  mm であった。

#### 4. ま と め

最後に、ここで紹介した drift chamber の諸性能をまとめておく。効率は 98 % 以上、空間分解能は wire に垂直方向はドリフト時間を使って 0.2 mm、wire 方向は荷電分割法を使って 4 mm ( $\sigma$ ) であった。このとき field wire には -5 kV、anode wire には 1.4 kV の電位を与え、ガスは Ar 80 % + isobutane 20 % を用いた。

この DC と読出し回路は「陽子コンプトン散乱に於ける微分断面積の角分布の測定」に使われており、すでに一年近く安定に働いている。

終りにあたって、DC の性能測定に協力していただいた、今西章、鶴飼熊太郎、江川一美、加藤貞幸、吉岡正和、高橋香、内藤富士雄、野口保、前原吉宣、和田義親の各氏、助言をいただいた奥野英城氏、並びに図面を清書していただいた塚田三枝子氏に感謝します。

表1 Drift Chamber Specifications

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Type                  | Two dimensional readout using drift time and charge division |
| Effective area        | 29 cm × 48 cm  |
| Gap                   | 6mm  |
| Drift space           | 4 cm   |
| Anode wire            | 30 $\mu\text{m}\phi$ stainless steel                         |
| Field, Potential wire | 100 $\mu\text{m}\phi$ Cu-Be                                  |
| Anode HV              | 1.3 ~ 1.4 kV   |
| Field HV              | -4 ~ -5 kV   |

表2 TADのCAMAC FUNCTION

| Function | Subaddress | 働 き                     | Q | X |
|----------|------------|-------------------------|---|---|
| F (0)    | 0          | Read TDC of wire 1      | 1 | 1 |
|          | 1          | Read TDC of wire 2      | 1 | 1 |
|          | 2          | Read TDC of wire 3      | 1 | 1 |
|          | 3, 4       | Read ADC's of wire 1    | 1 | 1 |
|          | 5, 6       | Read ADC's of wire 2    | 1 | 1 |
|          | 7, 8       | Read ADC's of wire 3    | 1 | 1 |
|          | 9 ~ 15     | なし                      | 0 | 1 |
| F (9)    |            | Clear group 1 registers | 1 | 1 |
| LAM関係    |            | なし                      |   |   |
| C        |            | Clear all registers     | 0 | 0 |
| Z        |            | Clear all registers     | 0 | 0 |



表 3 TAD の IC 一覧

| NO. | DESCRIPTION | NO. | DESCRIPTION |
|-----|-------------|-----|-------------|
| 1   | 74LS10      | 50  | CD4066      |
| 2   | 74LS00      | 51  | "           |
| 3   | 74LS03      | 52  | DEL300n     |
| 4   | 74LS04      | 53  | 75107       |
| 5   | 74LS20      | 54  | DEL300n     |
| 6   | 74LS04      | 55  | 75107       |
| 7   | 74LS00      | 56  | DEL300n     |
| 8   | 470Ω        | 57  | 7915        |
| 9   | 74LS05      | 58  | 7815        |
| 10  | "           | 59  | 74LS06      |
| 11  | 74LS121     | 60  | DE4066      |
| 12  | 74LS74      | 61  | "           |
| 13  | 74LS03      | 62  | "           |
| 14  | 74LS10      | 63  | MC10116     |
| 15  | 74L00       | 64  | "           |
| 16  | 74LS93      | 65  | LF357       |
| 17  | 74LS32      | 66  | "           |
| 18  | CD4040      | 67  | "           |
| 19  | "           | 68  | "           |
| 20  | "           | 69  | "           |
| 21  | MC10125     | 70  | "           |
| 22  | 74LS221     | 71  | "           |
| 23  | 74 "        | 72  | "           |
| 24  | 74LS74      | 73  | "           |
| 25  | CD4011      | 74  | "           |
| 26  | 74LS164     | 75  | "           |
| 27  | 7417        | 76  | "           |
| 28  | 74LS05      |     |             |
| 29  | 74S00       | 30' | NE555       |
| 30  | NE555       |     |             |
| 31  | 74S04       |     |             |
| 32  | 74LS164     |     |             |
| 33  | 7417        |     |             |
| 34  | 74LS221     |     |             |
| 35  | "           |     |             |
| 36  | 74LS74      |     |             |
| 37  | MC10130     |     |             |
| 38  | LF357       |     |             |
| 39  | "           |     |             |
| 40  | "           |     |             |
| 41  | 7915        |     |             |
| 42  | 7815        |     |             |
| 43  | CD4066      |     |             |
| 44  | 74LS221     |     |             |
| 45  | 74LS74      |     |             |
| 46  | MC10130     |     |             |
| 47  | CA3096      |     |             |
| 48  | "           |     |             |
| 49  | "           |     |             |

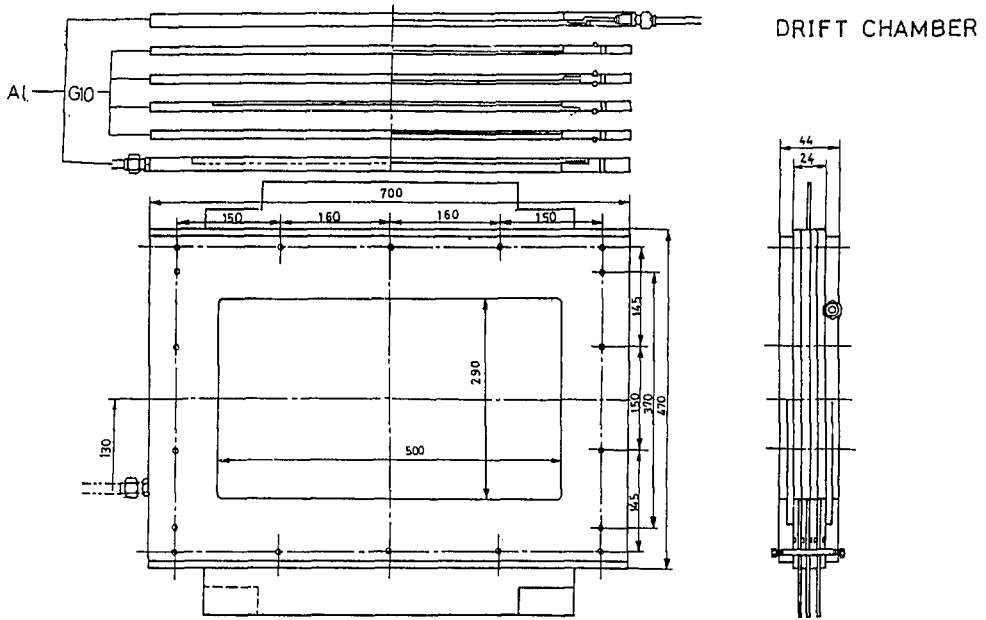


図 1 Drift chamber の図面

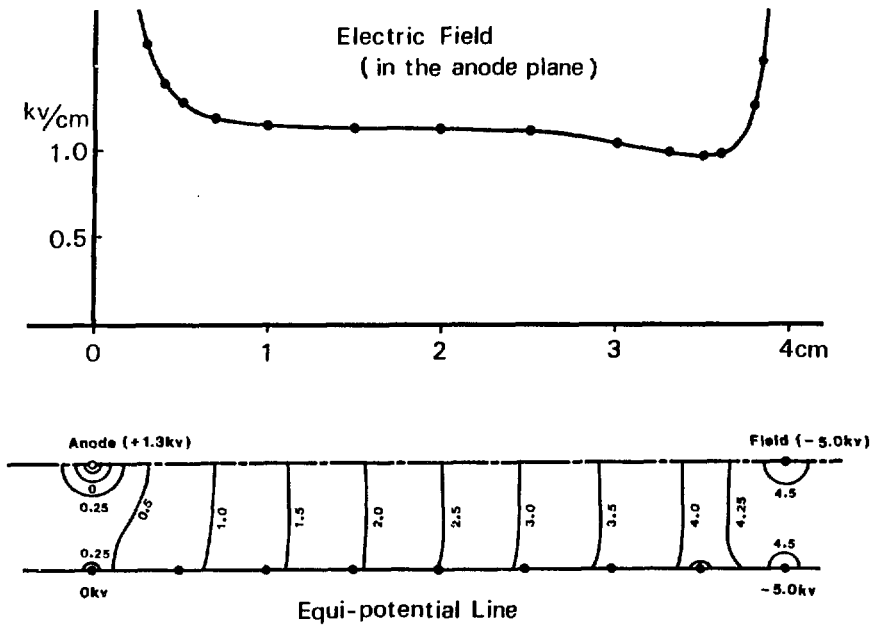


図 2 電場と等電位線

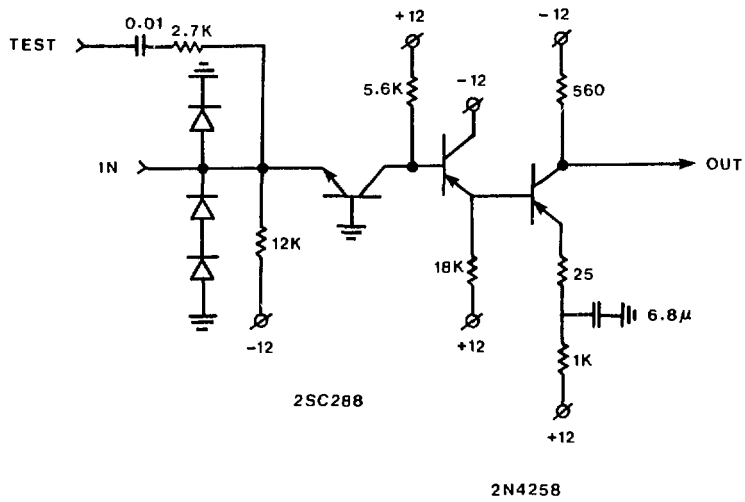


図 3 プリアンプの回路図

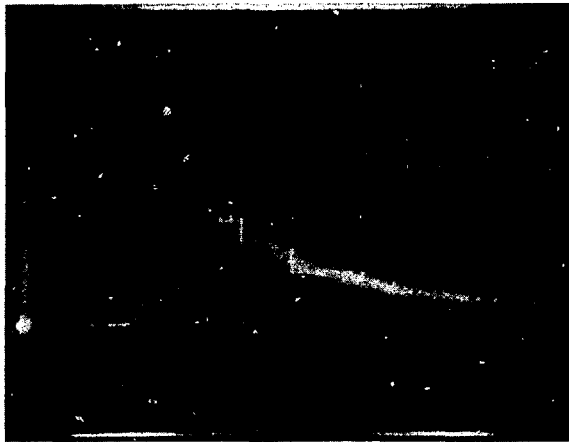


図 4 プリアンプの出力波形 (横軸 20ns/div, 縦軸 20mV/div)

# TAD (TIME AND AMPRITUDE DIGITIZER)

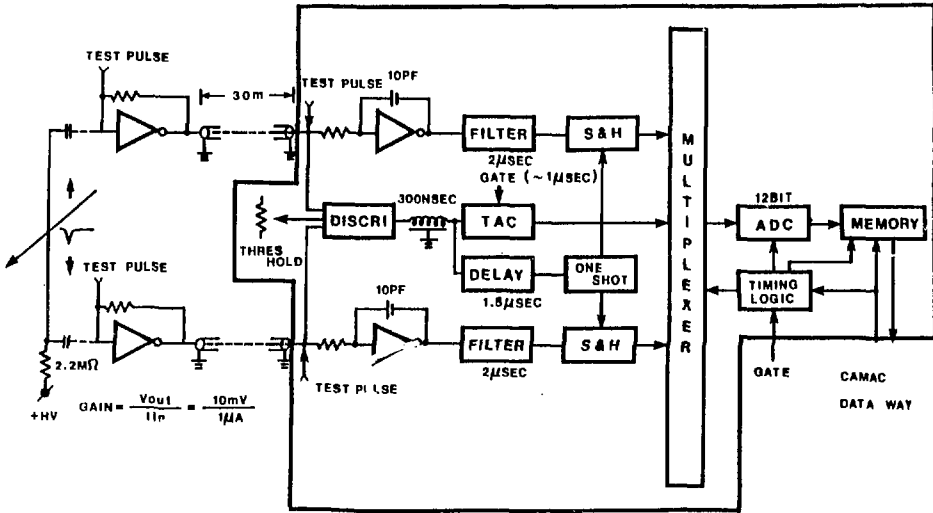


図 5 TADのブロックダイアグラム

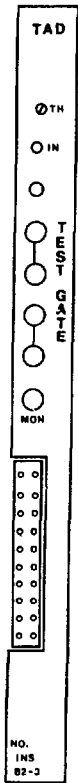


図 6 TADの表面パネル

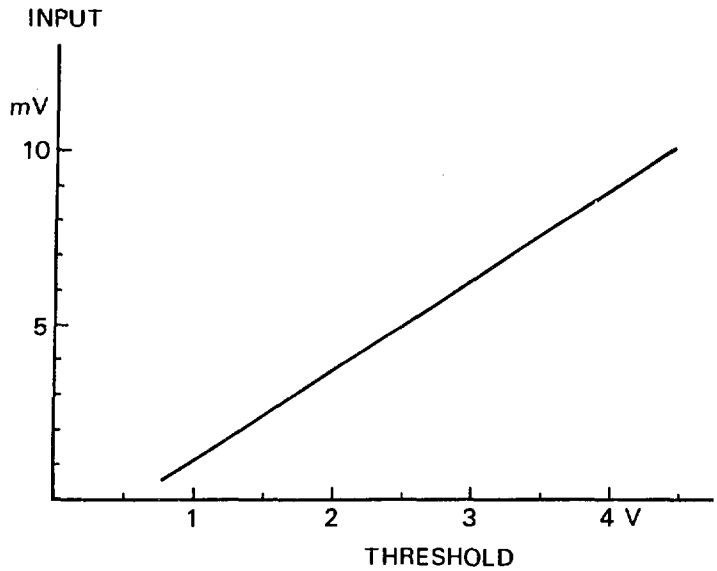


図 7 Threshold 端子電圧と入力波高値の関係

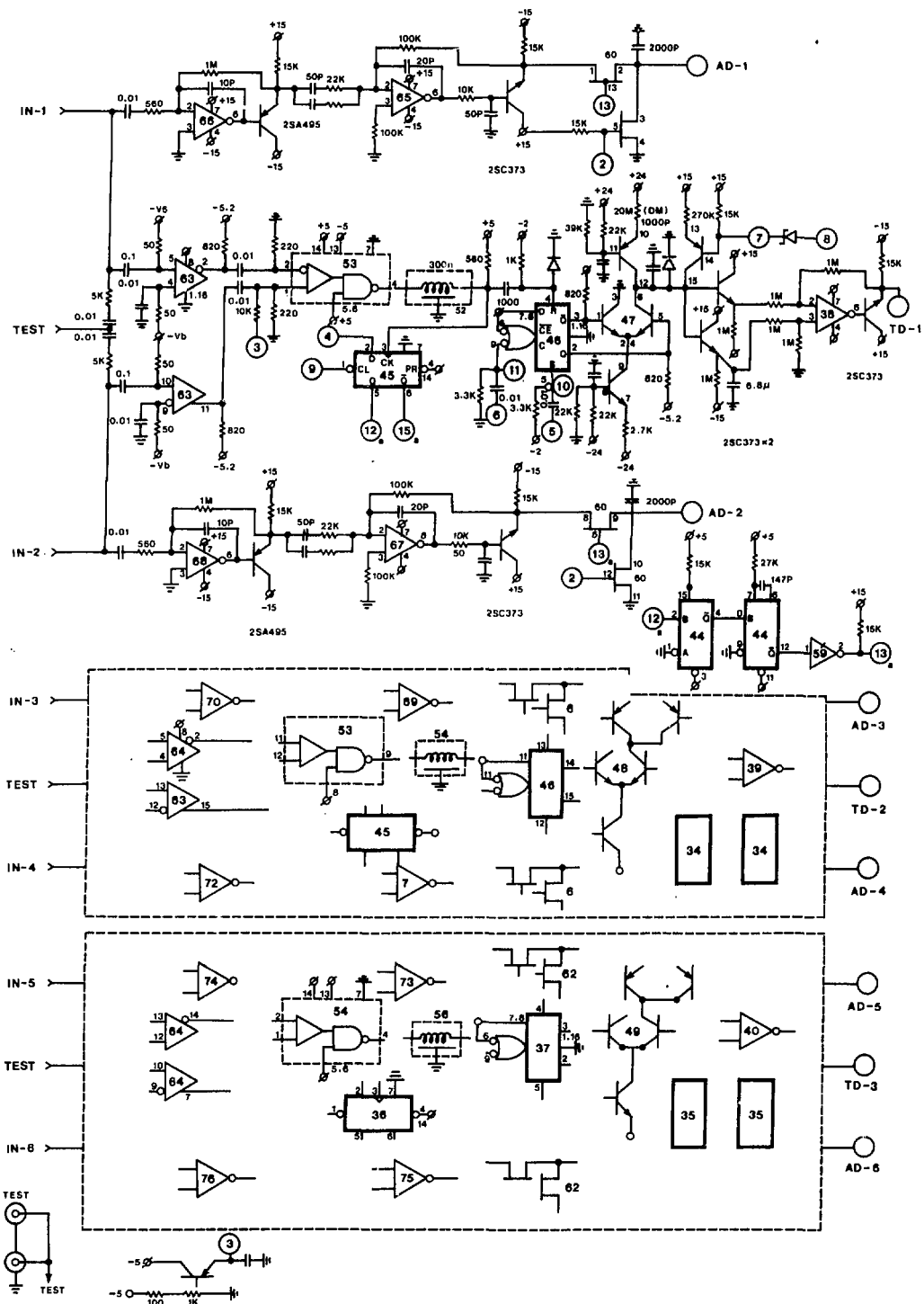


図 8 - a TAD の回路図

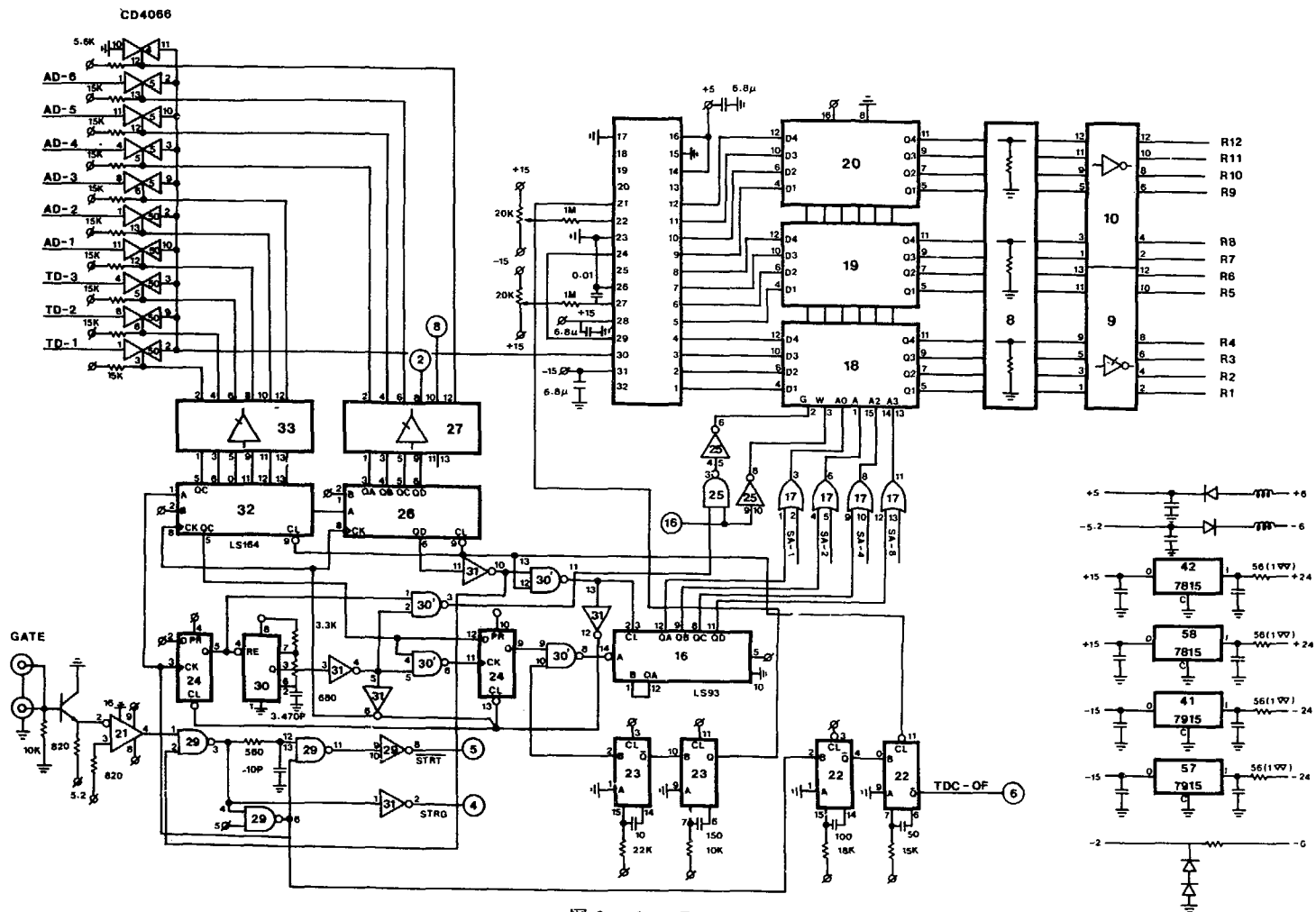


図 8 - b TADの回路図

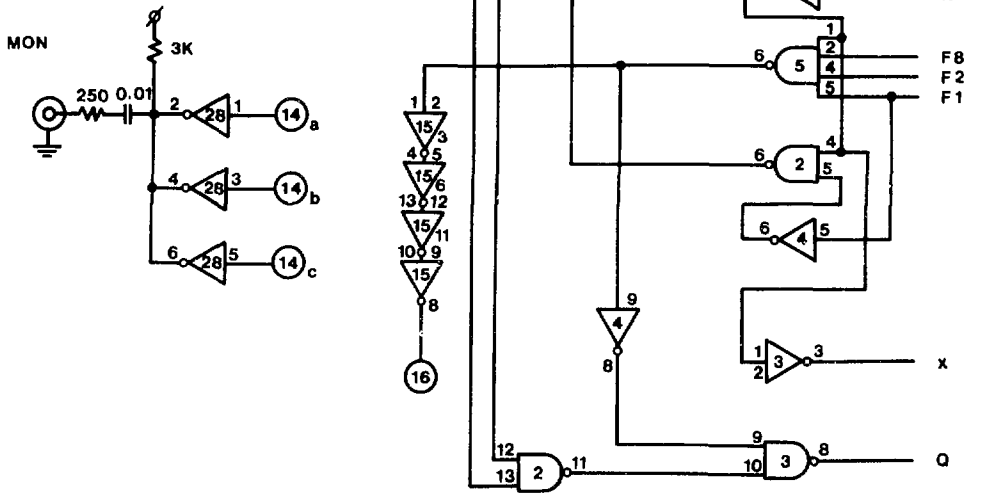
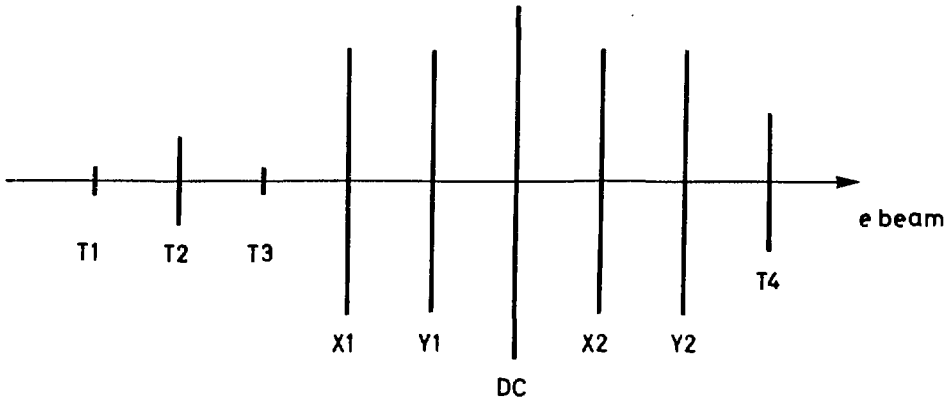


図 8 - c T A D の回路図

# Drift Chamber Test Run



- T1~4 : Scintillation counter
- X1,2,Y1,2 : MWPC
- DC : Test drift chamber

図 9 DCテストのセットアップ

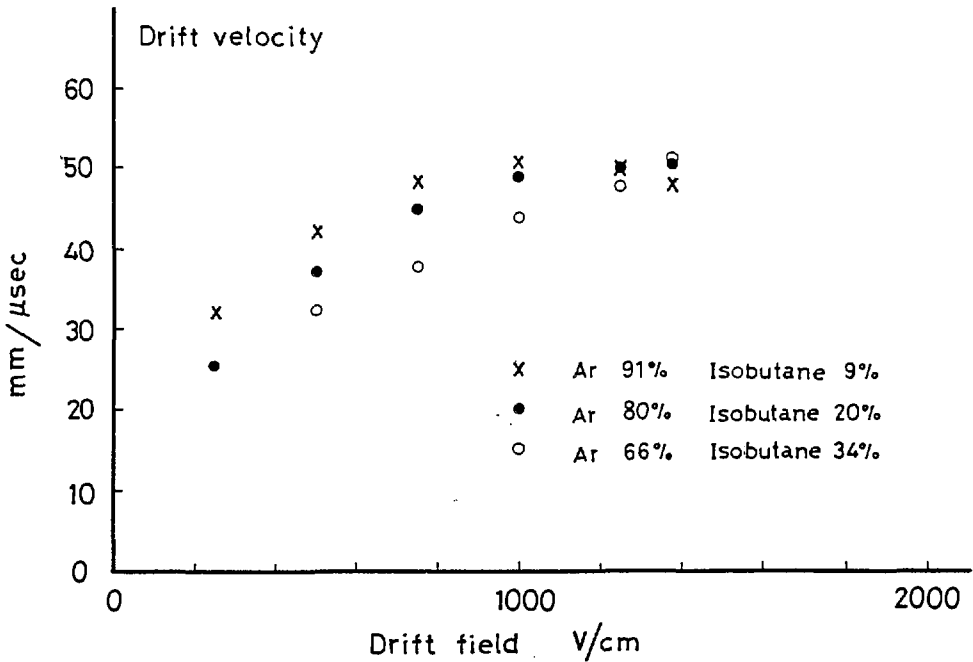


図 10 ドリフト速度と電場の関係



## Efficiency vs. Anode HV

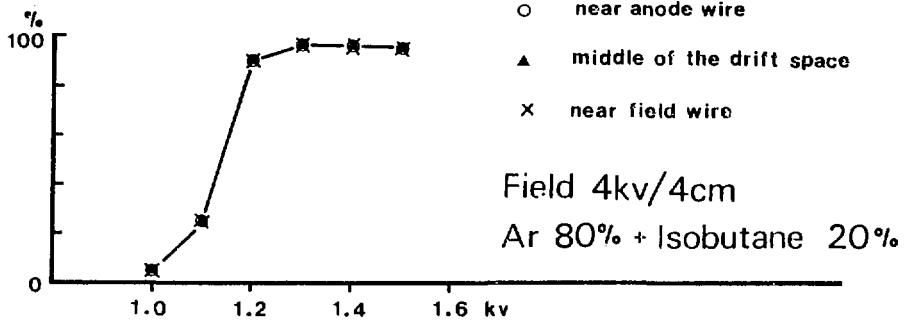


図 11 効率と anode 高圧の関係

## Efficiency vs. Position

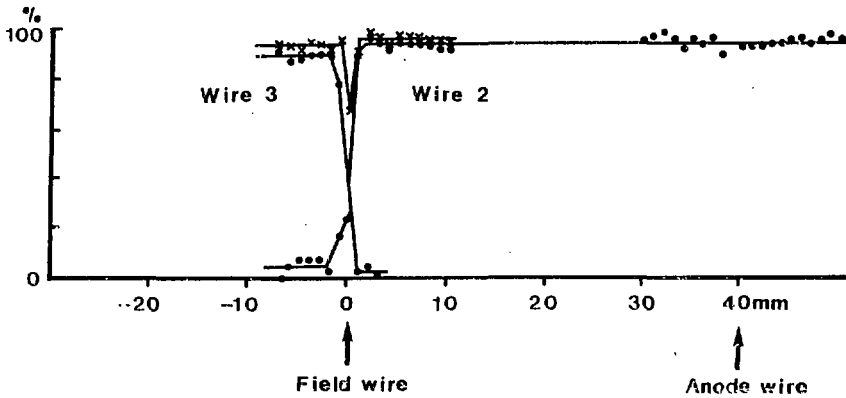


図 12 Field wire 近くでの効率

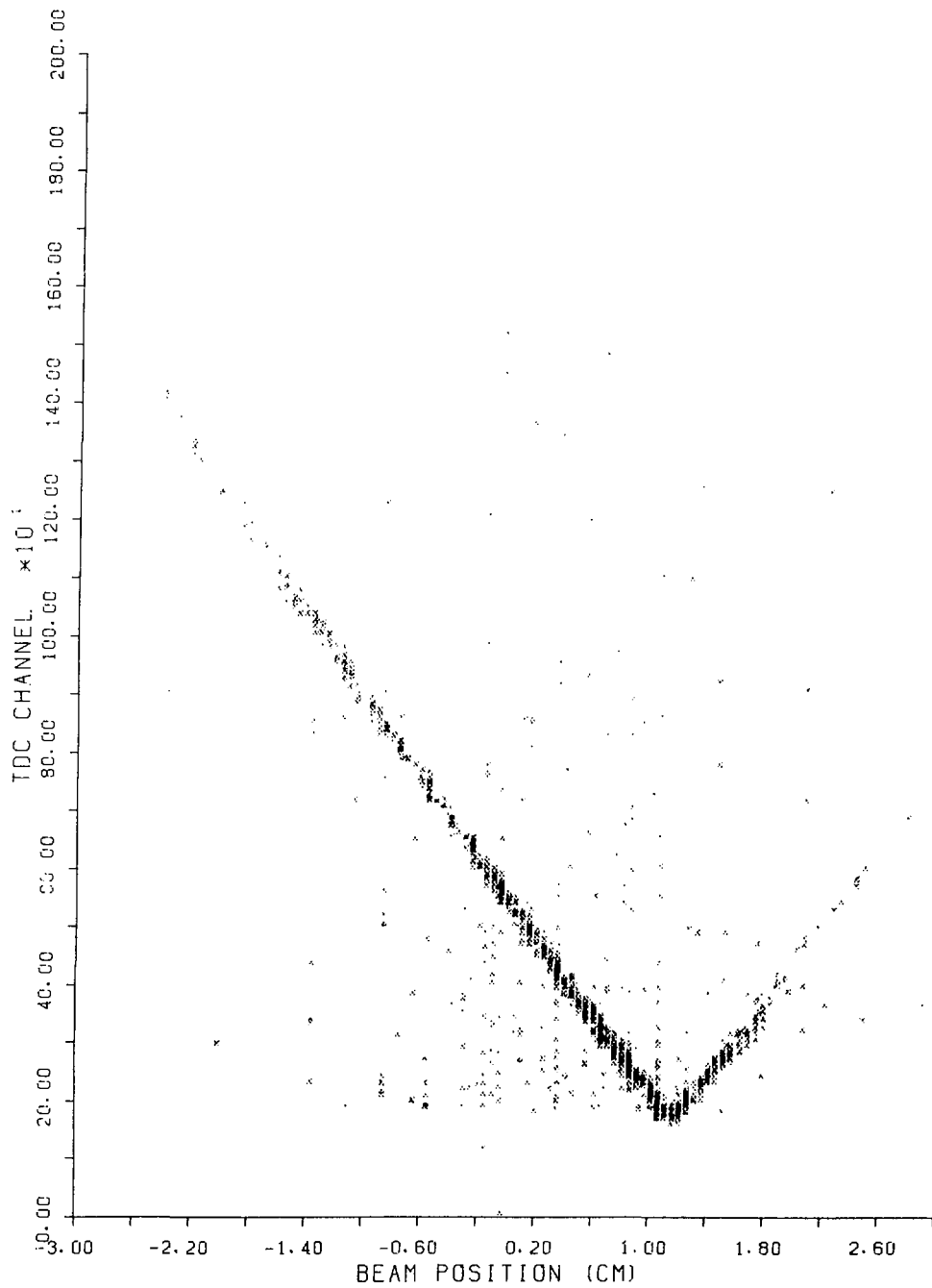
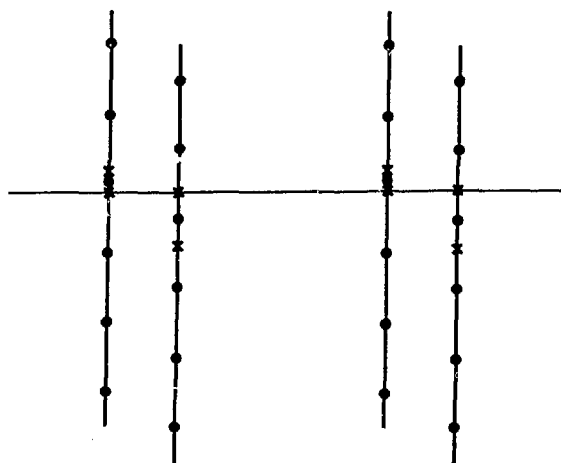


図 13 TDC カウントとビームの位置の関係

Track Reconstruction  
Horizontal Plane



Vertical Plane



図 14 Data taking における DC のセットアップ

Space Resolution  
by TDC

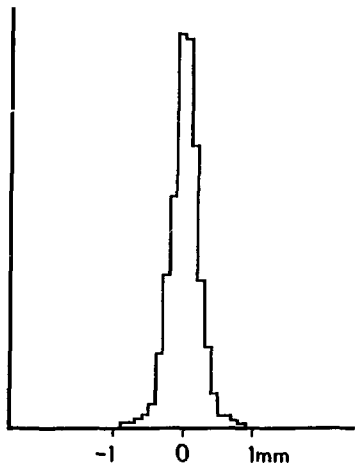


図 15 ドリフト時間による位置分解能

Space Resolution  
by Charge Division

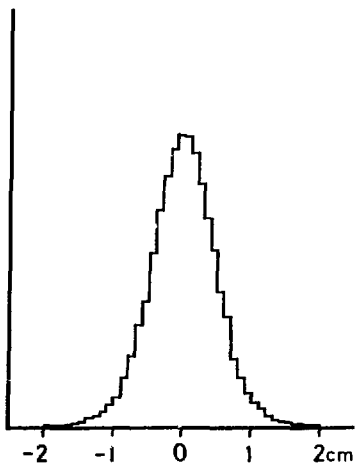


図 16 荷電分割法による位置分解能