

UDC 681.325.6.004.64.001.4
**セル構造をした論理回路
 の故障診断**

藤原 秀雄 樹下 行三

藤原秀雄, 樹下 行三: 正員 大阪大学工学部電子工学教室
 Fault Diagnosis of Cellular Structured Circuits. By Hideo
 FUJIWARA and Kozo KINOSHITA, Members (Faculty of
 Engineering, Osaka University, Suita-shi, Japan 564).
 論文番号: 昭 46- 1236 [C-466]

Ferrari⁽¹⁾ らは, 図 1(a) のセルの二次元反復構造で, 任意の transfer logic network を実現しているが, このセルは故障診断に適しているとは言えない. ここでは診断容易なセルとして冗長な入力を付加した図 1(b) を考え, その故障診断について考察する.

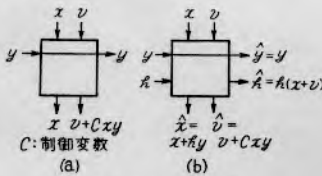


図 1 セルの構造
 Fig. 1-Structure of cells.

順序回路の構成 図 1(b) のセルで $h=0$ とすると, (a) のセルと等価になるから, (b) のセルを用いても Ferrari⁽¹⁾ らの方法を適用することができる. また $x=1$ とすると, $\hat{v}=v+cy$ となり, (b) のセルはコレクタとして利用できる. したがって, (b) のセルを用いて与えられた順序回路を構成するには, まず Ferrari らの方法でその順序回路の transfer logic network を実現し, その出力 Y_1, Y_2, \dots, Y_n を遅延子を通して図 2 のように y_1, y_2, \dots, y_n に帰還させ, $A=B=C=0, w_1=\dots=w_n=1$ に固定するとよい. 図 2 の α 部は, 文献 (1) における transfer logic 実現のためのセル構造部分に相当し, β 部は, 文献 (1) における OR 素子で構成されたコレクタ部に相当する.

セルの D-cube⁽²⁾ ここで考慮する故障はたかだか一つのセルの入力線のいくつかが 1 か 0 に縮退する多重縮退形故障

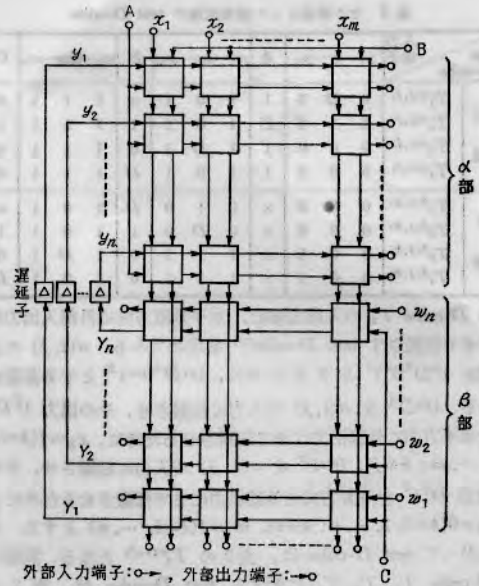


図 2 セル構造をした回路
 Fig. 2-A cellular structured circuit.

とする. 故障診断は, セル単位での故障位置の決定である. 故障の種類および故障診断の内容をさらに広げて考察できるが, ここでは省略する.

一般に, セルがつぎの二つの性質をもつときには, 故障診断が容易である.

(性質 1) セルの D-cube により故障が垂直出力と水平出力に同時に伝搬する.

(性質 2) セルの水平 (垂直) 入力がある値に固定することにより, 垂直 (水平) 入力値がそのまま垂直 (水平) 出力に伝搬し, 固定された水平 (垂直) 入力値は水平 (垂直) 出力に伝搬する.

表 1 セルの D-cube

D-cube	端子				\hat{y}	\hat{h}	\hat{x}	\hat{v}
	y	h	x	v				
T_1	D	1	0	x	D	x	D	x
T_2	1	D	0	1	1	D	D	1
T_3	0	1	D	0	0	D	D	0
T_4	1	1	0	D	0	D	0	D

図 1(b) のセルの D-cube を表 1 に示す. このセルの入力線の多重縮退形故障は, 表 1 のどれか一つの D-cube で垂直出力と水平出力の D に同時に伝搬される. この証明は省略する.

表 1 の各 D-cube の D はセルの垂直出力 \hat{h} か \hat{v} と, 水平出力 \hat{y} か \hat{h} に同時に伝搬しているので, 性質 1 を満たす. さらに x または v を 1 に固定すれば, $\hat{y}=y, \hat{h}=h$ となり, 水平入力値が水平出力に伝搬し, $y=0$ にすれば, $\hat{x}=x, \hat{v}=v$ となり, 垂直入力値が垂直出力に伝搬するので, 性質 2 を満たす. したがって図 1(b) のセルは故障診断に適したセルである.

故障診断法 図 2 において α 部の i 行 j 列のセル $\alpha(i, j)$

表 2 セル構造をした論理回路の test D-cube

test D-cube	入力端子	A			B			C		
		$y_1 \dots y_i \dots y_n$	$x_1 \dots x_j \dots x_m$	$w_1 \dots w_k \dots w_n$						
α_i 部	$T_1^{\alpha(i,j)}$	0 D 0	1 1 0 1	× 1 1 1	×					
	$T_2^{\alpha(i,j)}$	0 1 0	D 1 0 1	1 1 1 1	×					
	$T_3^{\alpha(i,j)}$	0 0 0	1 1 D 1	0 1 1 1	×					
	$T_4^{\alpha(i,j)}$	0 0 0	1 1 0 1	D 1 1 1	×					
β 部	$T_1^{\beta(j,k)}$	0 0 0	× 0 1 0	D 1 0 1	×					
	$T_2^{\beta(j,k)}$	0 0 0	× 0 D 0	1 1 0 1	1					
	$T_3^{\beta(j,k)}$	0 0 0	× 1 1 1	0 1 D 1	0					
	$T_4^{\beta(j,k)}$	0 0 0	× 1 1 1	0 1 0 1	D					

の D-cube T_2 の入出力値を、水平垂直方向に外部入出力端子まで伝搬さす test D-cube⁽²⁾ を求めてみる。 $\alpha(i, j)$ の入力を $1^i D^h 0^m 1^i$ とするために、 $1^i D^h 0^m 1^i$ とする必要がある。 $1^i D^h$ を $\alpha(i, j)$ の入力に伝搬させ、その出力 $1^i D^h$ を水平方向に外部出力にまで伝搬させるために、 $x_k=1(k=1, 2, \dots, m; k \neq j)$ 、 $0^m 1^i$ を $\alpha(i, j)$ の入力に伝搬させ、その出力 $D^h 1^i$ を垂直方向に外部出力にまで伝搬させるために、 $y_k=0(k=1, 2, \dots, n; k \neq i)$ 、 $w_l=1(l=1, \dots, n)$ とする。したがって test D-cube は、表 2 の $T_2^{\alpha(i,j)}$ となる。同様に D-cube T_1, T_3, T_4 に対する test D-cube は、表 2 の $T_1^{\alpha(i,j)}, T_3^{\alpha(i,j)}, T_4^{\alpha(i,j)}$ となる。 β 部の j 列 k 行のセル $\beta(j, k)$ の test D-cube は、 $T_1^{\beta(j,k)}, \dots, T_4^{\beta(j,k)}$ である。

故障診断は、表 2 の test D-cube をつぎの順に回路に加え、その出力応答により行なう。 $T_1^{\alpha(i,1)}, T_2^{\alpha(i,1)}, T_3^{\alpha(i,1)}, T_4^{\alpha(i,1)}, \dots, T_1^{\alpha(i,j)}, T_2^{\alpha(i,j)}, T_3^{\alpha(i,j)}, T_4^{\alpha(i,j)}, \dots, T_1^{\alpha(i,n)}, T_2^{\alpha(i,n)}, T_3^{\alpha(i,n)}, T_4^{\alpha(i,n)}, \dots, T_1^{\beta(j,1)}, T_2^{\beta(j,1)}, T_3^{\beta(j,1)}, T_4^{\beta(j,1)}, \dots, T_1^{\beta(j,k)}, \dots, T_1^{\beta(j,n)}, \dots, T_4^{\beta(j,n)}$ 。ただしさきに現われたのと同じパターンへの検査入力は加える必要がない。最初に誤りが現われる外部出力の行と列の交点のセルが故障セルである。

検査入力を回路に加える際、 y_1, \dots, y_n は外部入力ではないので、遅延子にあらかじめ y_1, \dots, y_n の値を設定する必要がある。これは、 $A=C=x_1=\dots=x_m=0, B=1$ とし、 $y_k=0$ に設定するには $w_k=0, y_k=1$ に設定するには $w_k=1$ とすればよい。

終わりに日ごろ、ご指導をいただいている 本学尾崎弘教授ならびに尾崎研究室の方々へ深く感謝する。

文 献

- (1) D. Ferrari and A. Grasselli: "A cellular structure for sequential network", IEEE Trans., C-18, p. 947 (Oct. 1969).
- (2) J.P. Roth: "Diagnosis of automata failures: a calculus and a method", IBM J. p. 278 (July 1966).

(昭和 45 年 10 月 22 日受付)