

プリント基板パターンの圧縮記憶方式

4V-1

土井秀明*, 原 靖彦*, 北村茂樹**, 古谷貴史**

*(株)日立製作所 生産技術研究所, **日立ビデオエンジニアリング(株)

1. まえがき

プリント基板のパターン外観検査装置に用いられる欠陥検査の方式として、同一の形状を持つ2組のプリント基板パターンの対応部分をお互いに比較する方式が知られている。この実物パターン同士の比較検査方式は、比較的簡単な構成で精度良く検査できる反面、ホトマスク欠陥に起因する欠陥は検出できないこと、パターンが2組ないと検査できないこと等の短所があった。ホトマスク起因の欠陥を検出し、また1組のパターンでも検査できるようにするためにあらかじめ基準パターンを記憶し、被検査パターンと比較検査する方式について検討した。プリント基板パターンの情報量は、例えば大きさが500×600mm, 1.0μmの分解能の場合約370MByteと膨大である。このためプリント基板パターンを高速に圧縮・記憶し、検査時に圧縮・記憶されたデータを伸長して手本パターンとし、比較検査する方式について検討した。圧縮法として2次元M²R符号化法を採用し、並列に圧縮伸長動作を行う実験回路を製作したので報告する。

2. パターン情報の圧縮法

プリント基板パターンの圧縮方法としてファクシミリ等で用いられている符号化法の適用を検討した。符号化方式としては1次元符号化法と2次元符号化法とがある。1次元符号化法とは1本の走査線に着目して黒あるいは白の続く長さ、すなわちラン長を可変長符号で表わすランレングス符号化である。2次元符号化法には複数(n)走査線一括符号化法, 境界差分符号化法, および予測符号化法があるが、複数(n)走査線一括符号化法については回路規模が大きくなること、また予測符号化についてはデータの形式が一般的でないことから境界差分符号化法(M²R方式)について検討した。M²R符号化方式は下記のモードを有する。

- (i) 垂直モード: 参照走査線に比した白黒の境界のずれが3画素以内の場合
- (ii) 水平モード: 符号化走査線から新しく発生した場合および白黒境界のずれが3画素以上の場合
- (iii) パスモード: 白または黒の部分が消失する場合

圧縮率の比較のために、1次元符号化方式とM²R符号化方式について検討した。

(1) 1次元符号化

1次元符号化でのプリント基板パターンの圧縮率を算出するため、圧縮率の比較的悪いと推定される図1に示すパターンについてラン長の分布、すなわちラン長kである確率P_kを求め、図2に示す結果を得た。1個のラン長の情報量H_{run}は $H_{run} = \sum_{k=1}^L P_k \log_2(1/P_k)$ である。また平均ラン長は $\sum_{k=1}^L k P_k$ であるため、理論圧縮率¹⁾ Q_{max}は次式で求められる。

$$Q_{max} = \frac{\sum_{k=1}^L P_k \log_2(1/P_k)}{\sum_{k=1}^L k P_k}$$

Method of Data Compression and Storing for Printed Circuit Board Pattern

Hideaki DOI¹, Yasuhiko HARA¹, Shigeki KITAMURA², Takashi FURUTANI²

¹Hitachi, Ltd., ²Hitachi Video Engineering, Inc.

算出結果は 0.138 となった。

(2) M²R 符号化

1次元符号化で用いたのと同様のパターンについて垂直モード、水平モード、パスモードの発生分布について求め、表1に示す結果を得た。符号語がCである確率をP_cとすると1個の符号の情報量はlog₂(1/P_c)であり、符号語の発生数をG_c、全画素数をtとすると、理論圧縮率Q_{max}は次式で求められる。

$$Q_{\max} = \sum_{c=1}^L G_c \log_2 (1/P_c) / t$$

算出結果は 0.031 となり、1次元符号化方式より圧縮率は大幅に良くなった。また垂直モードの分布量が他のモードに比べて多く、垂直モードの中でもV(0)の分布量が多いことから符号長の短い箇所に分布が集中していることが分る。

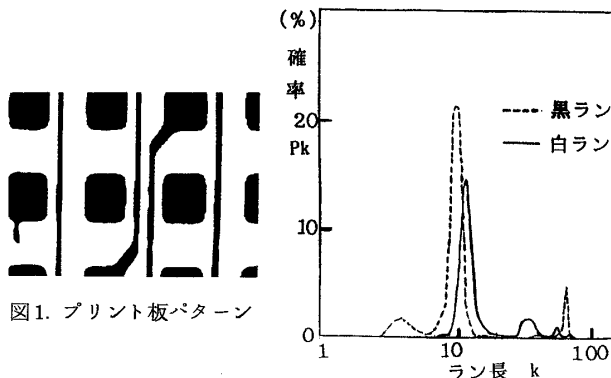


図1. プリント板パターン

図2. ラン長分布

表1. 2次元符号化の分布

符号化モード	記号	確率P _c (%)
垂直モード	V(0)	85.9
	Vr(1)	3.2
	Vr(2)	1.2
	Vr(3)	0.1
	Vl(1)	3.9
	Vl(2)	1.6
水平モード	H	図.3参照
パスモード	P	1.73

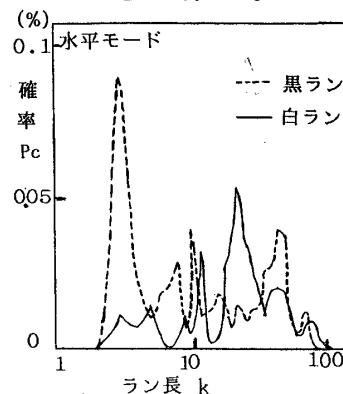


図3. 水平モードの分布

3. 圧縮伸長実験装置

以上の検討結果からM²R符号化をサポートしている圧縮/伸長プロセッサを用い実験装置(図4)を製作した。高速かつ連続にプリント基板パターンの圧縮記憶・伸長ができるように圧縮/伸長プロセッサを複数個用い、各圧縮/伸長プロセッサに画像メモリと符号メモリとをそれぞれ設け、並列処理を可能とした。実験装置には磁気ディスクが付属しており、圧縮データを蓄えることができる。各種パターンについて実験した結果、情報圧縮率100→5%以下を得た(370 M Byteの場合19 M Byte)。又圧縮/伸長速度は1.5 MHz/プロセッサを得た。

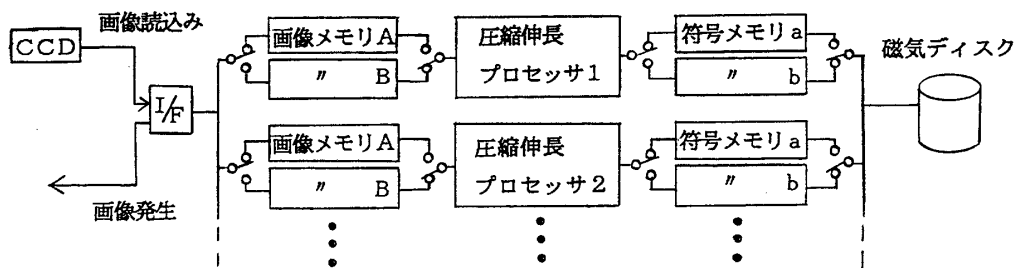


図4. 実験装置の構成

4. むすび

以上の結果、情報圧縮率100→5%以下を達成した。また圧縮/伸長プロセッサを10個使用した場合、圧縮/伸長速度は約15 MHz以上を得ることが可能である。本方式は比較検査方式パターン外観検査装置の手本パターン記憶用に適用できる。

1) 吹抜(日立): FAX, OAのための画像の信号処理, 日刊工業新聞社