小特集 INS-対応製品とその応用-U.D.C. [621. 395. 658:621. 395. 345:681. 323]: [621. 3. 049. 73 + 658. 512. 26]

D60・D70ディジタル交換機の実装 Physical Design of D60/D70 Digital Switching Systems

LSI・光・ディジタル化技術に適合性の良い実装法を開発し、D60・D70ディジタ ル交換機に適用した。本実装法は、階層モジュール構成を基本思想として広範な電 子装置に適用可能であり, 生産性の良い実装法である。 ユニットと呼称する実装単 位を設定し、システム構成の柔軟性を向上させるとともに、建設工事性、保守・増 設性を向上させた。冷却系はメンテナンスフリーをねらい全自然空冷を採用した。 接続の面では多端子化のため、無はんだプレスフィット間接形コネクタを開発した。 ユニット間の全ケーブル化接続のため、用途に応じた3種類のケーブルコネクタを 開発した。

高坂明義*	Akiyoshi Takasaka
桧垣祐治*	Yûji Higaki
中川秀和*	Hidekazu Nakagawa
山田智久*	Tomohisa Yamada

1 緒 言

D60・D70ディジタル交換機では、LSI技術、光技術及び高 速ディジタル技術に適合する新たな実装法として実用化され た「ディジタルシステム実装」法を用いている。その主な特 長は次に述べるとおりである。

(1) ユニット化により建設工事性,保守・増設性を向上させ, かつ経済性に優れた実装構造。



(2) 階層モジュール構成により、大形から小形の電子装置に 使用可能な実装。

(3) LSI・光・高速化世代に調和のとれた特性と外観をもち、 交換系装置だけでなく他の諸装置にも適用可能な汎用性のあ る実装。

(4) 自然空冷技術の採用で冷却系をメンテナンスフリーとし、 信頼性の向上と運用経費の削減が可能。

以下、ディジタルシステム実装の大要とその特長について 述べる。

実装の基本構成

2.1 実装構成のねらい

D60・D70交換機に用いているディジタルシステム実装法は, 建設・保守・増設工事性の向上をねらい、機能単位を適度に 選べる階層モジュール構成をとった。

図1に示すような階層モジュール構成3)で、ユニットと呼称 する実装単位を設け、その物理的独立性を高めることにより システム構成の柔軟性を向上することを基本思想とした。装 置の物理的単位を、システム-架-ユニット-パッケージと し、これらを装置の構成・保守交換単位と一致させることに より、どの順序からでもビルディングブロック式に積み上げ てシステムを構成できるようにした。

光ファイバを含むユニットへの入出力ケーブルは、すべて 装置裏面に布設可能な実装構造とし,前面だけの保守を可能 とした。併せて、装置外観の向上を図りINS (Information) Network System:高度情報通信システム)世代の交換機とし て調和性の良いデザインとした。

× I 実装階層構成 LSI技術の進展により,実装単位が従来の架からユ ニットへと小形化できたので、ユニットの組合せによってシステムを柔軟に構 成することができる。

とした。ユニットには、パッケージ34枚収容から7枚収容ま での7種類のサイズを準備した。小さな装置では、パッケー ジも実装単位とすることができる。回路を適切に分割するこ とにより, ユニット機能の独立性を保つことが可能となり, システム構成の柔軟性を確保できるとともに,表1に示す利 点をもつ。

図2に、架の全体概要を示す1)。架にはあらかじめユニット 搭載枠を取り付けている。ユニットは、寸法の系列化がなさ れているので、 ユニット搭載枠に空きスペースが生じないよ

19

2.2 ユニット化実装法 う組み合わせ搭載することができる。ユニット間接続はすべ 従来,装置は架,パネルを単位とし機能ブロックを構成し てコネクタ化し、入出力ケーブルはユニットを取り付けた後、 ていた。LSI技術の進展により機能ブロックの実装単位が小形 裏面から挿入する。以上のように,建設工事,保守・増設の 化しているため,実装単位を従来の架,パネルからユニット 容易性を図った。

* 日立製作所戸塚工場

772 日立評論 VOL. 67 No. 10(1985-10)

表 | ユニット化実装の利点 ユニット化は,システム設計から保守ま で含めた各段階で利点がある。

利点	記事
シ ス テ ム 構 成 の 柔 軟 性	● ユニットの組合せでシステムの構成 が可能
実装の汎用性の向上	●小規模システムから大規模システム まで適用可能
建設工期の短縮	●コネクタ付きケーブルの接続
保 守 ・ 増 設 の 容 易 性	 ●コネクタ化接続 ●ユニット機能の独立性
技術進歩への即応性	●ユニット内の改良
輸送・取扱いの合理化	●適度な取扱い単位

ユニット化実装で次のとおり実装の経済化を実現した。

(1) 分散電源化により,架内給電線の削減と全コネクタ化に より装置組立工数を減少した。

(2) 構成部品の種類を削減し、量産性を向上した。

(3) 無はんだ圧入コネクタの開発により、製造工程の短縮と 自動化を行なった。



(4) ユニット組立構造を簡略化し、組立工数を削減した。 ユニット構造と搭載される電子回路パッケージの代表例を 図3に示す。バックボードは、最大34枚のパッケージを収容 できるサイズで、配線層数は4層、6層及び8層があり、板 厚は2.4mmである。電子回路パッケージは280mm×200mmの 外形で100個のICを搭載することができる。配線層数は論理回 路パッケージでは、2~6層、加入者回路パッケージでは2 層である。

2.3 保守·增設性

ディジタルシステム実装では, 建設・保守・増設工事など の際の操作性を以下に述べるように向上させた。

ユニット搭載枠を設けているので, ユニットの架への搭載 工事が簡単である。ユニット間の接続ケーブルは、架内給電 線(高圧給電分散化)を含め、全コネクタ化を実現した。ケー ブルはすべて架裏面のケーブルダクトスペースに収容した。 以上のことから,

(1) ユニットの交換, 障害時の切離しが容易である。

図2 実装構成の概要 ユニット搭載枠は自由に搭載位置が設定でき, 系列化された幅寸法のユニットは、その中に1個又は最大4個まで収容できる。 ユニットの上・下には対流誘導板を設置し、自然空冷能力を向上している。

(2) オンライン増設が容易である。 (3) パッケージの交換が容易である。

など,操作性の良い実装構造とした。

2.4 熱放散法

自然空冷は、冷却ファンを用いる強制空冷と比較し、障害 ファンの取替え不要,無騒音,ファン電力の削減など装置の

図3 ユニット構造と代表的電子回路パッケージ 幅寸法を系列化したユニットには、7枚から34枚までの電子回路パッケージを収容できる。ユニッ ト裏面にはバックボードを取り付けている。左から、電源パッケージ(a)、加入者回路パッケージ(b)、論理回路パッケージ(c)を示す。

 $\mathbf{20}$

D60・D70ディジタル交換機の実装 773

自然空冷の冷却特性 ディジタルシステム実装では, (a)の結果 × 4 からパッケージピッチを従来の12.5mmから15.24mmとした。また(b)の結果か ら,整流板を付加し,上・下ユニット間の熱的干渉をなくし,能力を向上した。

保守・運用面で優れている。しかし、実装密度は強制空冷に 比べて低く,適用範囲が限定されていた。

ディジタルシステム実装法では、冷却構造面で図4(a)³⁾に示 すようにパッケージの実装ピッチを熱設計上の最適化,同図 (b)³⁾に示すように整流板の付加などの改良を加えた結果,2 kW/架と従来の自然空冷の交換系装置に比べて、約50%冷却 能力を向上させた。ユニットの発熱量に応じて最適な対流誘 導板を選択し,実装密度の向上が図れるよう対流誘導板の高 さ寸法を系列化(25mm, 50mm, 75mm, 100mm)した。

接続構成 3

3.1 接続構成の概念

により行なっている2)。接続は同図に示すように、パッケージ コネクタの裏面側端子に直接行なうほかに、空パッケージ部 分へも行なえる。同図左端のコネクタは給電線用のコネクタ である。個別布線は、バックボード裏面側端子にラッピング 接続をする。そのため、ケーブルコネクタは取付金物により バックボード裏面から浮いた状態で取り付ける。

3.2 パッケージコネクタ

パッケージの入出力端子数の増大に対しコネクタの多端子 化,系列化を行なった。また,実装の高密度化を図るため, 図5に示すように、バックボード両面コネクタ化を行なった。 (1) 多端子化, 系列化……128端子, 96端子, 64端子/コネク タ(2個/パッケージ 搭載可能) (2) 端子配列……4列, 3列, 2列/コネクタ

(3) バックワイヤリングボード両面のコネクタ化……無はん だプレスフィット接続の採用

パッケージコネクタの概要を表2に、外観を図6に示す。 多端子化、系列化は間接形コネクタにより実現した。

表2 パッケージコネクタの概要 間接形により多心化,系列化を図っ ている。無はんだプレスフィット接続によって, 端子とバックボードを接続する。

項	目		内容
コネ:	クタ形	式	間接形(バックボード側:雄,パッケージ側:雌)
	バックオ	ドード	2.54mm正方 4 列
场 十	パッケ	- ジ	2.54mm正方 4 列
	バックオ	ボード	無はんだプレスフィット接続
端于接杭	パッケ	ージ	はんだ接続
端	子	数	64, 96, 128端子(1列32端子, 3系列)
挿	抜	カ	10kg以下
挿 抜	回	数	最大60回

21

ディジタルシステム実装の接続構成は, (1) ユニット内のパッケージ間接続 (2) 他ユニットとのケーブル接続 (3) バックボード内に収容しきれない個別布線による接続 である。図5¹はユニットのコネクタ部を中心に示した構成図 である。パッケージ間はコネクタによってバックボードで接 続している。ケーブル接続は架の裏面側でケーブルコネクタ

774 日立評論 VOL. 67 No. 10(1985-10)

図 6 パッケージコネクタの外観 128端子, 96端子, 64端子・コネク タのパッケージ接続用コネクタである。裏面ケーブル接続化のため, バックワ イヤリングボードのスルーホールとは無はんだプレスフィット接続する。

バックボード両面コネクタ化に寄与しているプレスフィッ ト接続は、コネクタ端子のスルーホール接続部にばね部を設 け、無はんだでスルーホールに圧入する接続方法である。プ レスフィット接続の概念、ばね部の変形特性概要を図7、図 8に示す。接続メカニズムは、図7に示すようにコネクタ端 子をスルーホールに圧入したとき、ばね部の変形により生じ る接触力によってコネクタ端子とスルーホールの接続を行な う。コネクタ端子のばね部は図8に示す塑性変形状態で使用 するため、スルーホール^{5),6)}の寸法ばらつきに対し安定した接 触力が得られる。経済的かつ高信頼性の接続方法であり、無 はんだのため両面をコネクタ端子として使える。

3.3 ケーブルコネクタ

ケーブルコネクタの概要を表3に、外観を図9、10に示す。 18心、26心のコネクタは ϕ 0.4mm、 ϕ 0.26mmの導体径のケーブル に適合する。ケーブル心線の接続はU溝圧接端子を用い、一括 圧接を可能とし、作業工数の削減を図った。また、給電用コ ネクタ(36心)では適合導体径を ϕ 0.4mm、 ϕ 0.5mmと太くして 電流容量を増大させた。結線方法は線径融通性のあるラッピ ング接続とした。外力によりコネクタが外れないようにロッ ク機構を設けるとともに、逆接続を防止できる構造とした。 バックボード裏面側のハウジングはスナップ形式で取付金物 に固定することにより、個別布線のための空きスペースをとる とともに組立、保守作業時のハウジングの着脱を容易にした。

図7 プレスフィット接続の概念 スルーホールとコネクタ端子のプレスフィット接続部断面の概念を示す。

表3 ケーブルコネクタの概要 18心, 26心(信号線用), 36心(給電線 用)のコネクタで構成している。

コネクタ 項目	G18	G26	G36
端子数	18	26	36
適用ケーブル 導 体 径	ø0.4mm	ø0.26 mm	Ø0.4∼Ø0.5mm
結線方式	U溝圧接	U溝圧接	ラッピング接続
挿 抜 回 数	最大60回	最大60回	最大60回
ロ ッ ク 逆 挿 入 防 止	あり	あり	あり

図8 プレスフィット端子の変形特性概要 プレスフィット端子の 弾塑性範囲での変形特性の概要を示す。

22

図 9 G18(18心), G26(26心)コネクタの外観 裏面ハウジング側面 に設けたロックばねに, ケーブルコネクタの台形突起がかみ合う形式のロック 構造をもつ信号線用コネクタを示す。

D60・D70ディジタル交換機の実装 775

4 架内給電法

D60・D70交換機の架内給電系の概念図を図11に示す。架~ 給電された-48Vは架下部に設けた受電端子,次いで各々ユニ ット単位に設けたヒューズを経由して,架裏面のコネクタ接続 によって各ユニットの電源パッケージへ分配され,低電圧・大 電流に変換される。架内給電線には低電圧・大電流を通す必要 がなくなり、 電圧降下によるロスが少なくかつ 耐雑音性も大 きい。この電源パッケージの特徴と機能を表4に示す。ユニ

図|| 架内給電系の概念 高電圧(48V)で架内給電しているため、給電 ロスが小さく、耐雑音性に優れている。分散配置電源で低電圧(5V)化され、 ユニット内はバックボードの内層パターンによって給電している。

表4 電源パッケージの特徴と機能 分散配置のために薄形・高効率・ 高信頼性が要求される。また、入出力電圧変換のほかに、異常保護、各種付加 機能をもっている。

区分	項目	p	内 容	空冷化,(4)多端子・小形コネクタの実用化,などの新実装技		
特徵	薄形	出力85W/	2 枚幅(30mm)	術を開発した。これにより,システム構成の柔軟性,保守・ 増設工事性の向上など経済性の良い実装が実現できた。今後		
	高効率	81%(単一出力) 75%(複数出力)		他の諸装置へも適用の拡大ができる。 本実装法の実用化を進めるに当たり,御指導いただいた日 本電信電話株式会社殿をはじめ関係各位に対し深謝の意を表 わす次第である。		
	高信頼性	寿命:22年以上 期待故障率:1,000Fit				
低雜音		出力雑音スペクトラム: ImV (加入者回路用電源)				
機能	入出力電圧変換	入力	DC48V + 6 V - 5 V			
		出力	DC5V, 12V, 24V ±3.5%, 単一又は複数 出力, 50~100W	- 参考文献 1) 金子,外:ディジタルシステム実装法,研究実用化報告,33, 2383~2390(1984-10)		
	異常時の保護	 入力コンデンサへの突入電流 出力過大電圧 出力不足電圧 出力過電流 警報表示,信号送出 遠隔再起動 手動投入,切断 出力確定信号送出 		 2) 金井,外:ディジタルシステム実装用コネクタ,研究実用化準告,33,2319~2406(1984-10) 3) 金子,外:ディジタル加入者線交換機の架実装,研究実用化準告,31,2053~2063(1982-11) 4) 秋野,外:より一層の経済化を図ったディジタル交換機,施設電気通信協会,36,8,47~55(1984) 5) 中川,外:プレスフィット端子の変形特性と接続特性,電気通信学会技術研究報告,EMC83-70(1984) 6) 野元,外:プレスフィット端子変形特性の三次元解析,電気通信学会技術研究報告,EMC85-11(1985) 		
	付 加 機 能					

ット内又は給電線内で万一短絡や誤操作による障害が発生し ても,架下の分配ヒューズで保護しているので安全で障害の 波及を防止でき,装置の信頼性上有利な構成となっている。

5 結 言

ディジタルシステム実装法は, INS世代の通信諸装置への幅 広い適用を目的とした実装法である。その実現のため、ユニ ット化実装を設計の基本とし、(1)ユニット構造の標準化と操 作性向上, (2)入出力ケーブルの全コネクタ化, (3)高能力自然 装技 守・ 後,

- 33,
- 化報
- 化報

23

自動測定されたSiウェーハ検査データの異常値判定 日立製作所 青木征男・鳥谷部達・他2名 電子通信学会論文誌 J68—C, 63~70 (昭60-2)

半導体産業では高性能のLSIが次々に開 発されており,新製品の早期開発,研究の 高効率化が急務である。LSIの研究開発で は試作された素子特性の評価を早期に行な う必要があり, 測定の自動化が各所で進め られている。測定自動化システムには、収 集されたデータの平均値を求めるなどのデ ータ処理機能が付加されているが, 自動測 定された多量のデータの中には、必ずとい ってよいほど異常データが含まれており, 異常データを含めたままデータ処理を行な うと, 誤った結果を生む可能性がある。本 研究では,自動測定された多量のデータを 対象とし、どのデータが異常であるかを判 定する数種のアルゴリズムを検討した。更 に、Siウェーハ上に形成されたMOSトラン ジスタの特性測定データに上記アルゴリズ ムを適用し,その有効性を確認した。 最も簡単な異常値判定方法は, 測定デー タをヒストグラムに描き,中心から遠く離 れた孤立データを異常と判定する直感的方

法である。しかし、この方法では判定基準 に対する統計的根拠がなく、人によって判 定結果が異なるであろう。Grubbsが提案し た方法は判定基準にあいまいさがなく、判 定結果は上述の直感的方法とも矛盾しなか った。本手法は測定項目が1種類の場合は 優れた方法であると結論できる。

LSIの試作を行なう際,1個のトランジ スタに対して普通,多種類の特性を測定す る。測定項目間に強い相関がある場合,測 定項目間の散布図を描くとほとんどのデー タはある曲線上に集まる。この曲線上から 大きく離れたデータは異常と考えられるが, Grubbsの方法では異常と判定できない場合 が多い。この場合,マハラノビスの汎距離 を用いる方法が有効である。

測定項目数が p 個の場合, マハラノビス の汎距離を求めるには p×pの分散共分散行 列 V の逆行列を求める必要がある。 p が多 くなるとこの計算に要する CPU時間やメモ リ容量が増大する。しかし, 同一ラインで 試作された同一品種のデータを定常的に判 定する場合にはVの逆行列を毎回求める必 要がないことが分かった。すなわち, n個 の試料のp個の測定項目に対するn×p個の 測定データの主成分分析を行ない, これに 基づいた変数変換を行なえばマハラノビス の汎距離を精度良く求められることが分か った。

Siウェーハ検査データに上記手法を適用 し、測定項目が1種類の場合はGrubbsの方 法を、測定項目が数種類の場合はマハラノ ビスの汎距離を用いる方法を、測定項目が 多種類あり同一ラインで試作された同一品 種のデータを定常的に判定する場合は、主 成分分析法を併用したマハラノビスの汎距 離を用いる方法が異常値判定に有効である ことを確認した。なお、測定データが正規 分布から大きくずれた場合には、上記手法 を適用できないこと、異常データが生じた 場合の対処方法は別途検討する必要がある ことに注意を要する。

超電導磁石安定化材の磁気抵抗に及ぼす 極低温中性子照射の影響

日立製作所 仲田清智・多田直文・他2名 日本金属学会誌 49-3,157~162(昭60-3)

磁気閉じ込め方式の核融合炉には,ごく 少ないエネルギー消費で高磁場を発生する 超電導磁石が使用される。それに用いられ る超電導磁石材料は,核融合反応によって 生じる高速中性子や γ線の照射を受ける。 現在考えられているトカマク型核融合炉の 遮へいの厚さは,それらによる超電導磁石 の放射線損傷を許容できる範囲内に抑える という条件で決められ,超電導磁石材料の 放射線照射による性質の変化を明確にする ことは,炉設計や炉のコストに大きな影響 を及ぼすと考えられる。

超電導導体は, 主として, 超電導線と安 10²¹n/m²(2 定化材から構成される。核融合炉用超電導 照射後3001 線として考えられているNbTiやNb₃Snなど いて繰り返 は, 10²³n/m²以下の中性子照射では実用上 液体へりウ 問題となるほどの特性劣化はないと思われ 強さの関数 るが,安定化材として考えられている銅や データを取 アルミニウムは, わずかな中性子照射を受 案した。 けただけでも電気抵抗が著しく上昇する 同一量の 量は, アル

 $\mathbf{24}$

る照射研究は、極低温での中性子照射装置 を必要とすることなどの実験上の困難さか ら極めて少なく、特に核融合炉の運転条件 を考慮した極低温での照射と室温での焼な ましを繰り返し行なう、いわゆる繰返し照 射による材料の電気抵抗変化のデータはほ とんどない。

本研究では,超電導磁石用安定化材とし て実用的な種々の純度と冷間加工度の銅と アルミニウムについて,日本原子力研究所 のJRR-3原子炉に設置された極低温中性子 照射装置により,液体へリウム温度で5× 10²¹n/m²(>0.1MeV)までの中性子照射と, 照射後300Kまでの等時焼鈍を同一試片につ いて繰り返し行なった。それぞれの過程で 液体へリウム温度での電気抵抗変化を磁場 強さの関数として検討し,炉設計に有用な データを取得するとともに最適な材料を提 案した。 同一量の中性子照射による電気抵抗増加 量は,アルミニウムでは銅の約3倍で,こ

の増加量は試料の純度や加工度によらない。 焼鈍した高純度銅(電気抵抗比R298K/R4.2K: 1,400)の照射による磁気抵抗増加は普通純 度の銅(電気抵抗比280~300)より大きい。 また,高純度銅やアルミニウム(電気抵抗 比1,500)の照射による磁気抵抗増加率は磁 場の強さとともに増大するが,普通純度銅 のそれは磁場に対してほぼ一定である。照 射後300Kで焼なますと,アルミニウムでは 照射で増加した電気抵抗はすべて消滅する が,銅ではその約20%が残留し,繰返し照 射により蓄積される。この残留抵抗は冷間 加工材を使用することによって少なくでき るが,冷間加工材の照射前の電気抵抗は焼 鈍材に比べて著しく高い。

以上の結果から,焼鈍した電気抵抗比300

程度の普通純度銅が、中性子照射を受けた 場合の磁場中での電気抵抗変化は最も小さ く,照射下で用いる安定化材として良いこ とが明らかになった。