

# „Netztest“ verbessert Flying-Probe-Test

## Verkürzung der Testzeiten und Erhöhung der Fehlerabdeckung

In nachfolgendem Beitrag wird die Verbesserung der Testschärfe und Reduzierung der Testzeit beim Baugruppentest mit Hilfe vom Flying Probe Tester (FPT) behandelt. Die Wirksamkeit der neuen Testmethode Netztest wird am Beispiel vom Shorttest dargestellt. Die erzielten Fortschritte sind maßgebend für die Erweiterung des Anwendungsbereiches vom Baugruppenprototypentest auf Fertigungstest bei kleinen und mittleren Stückzahlen.

Mit dem raschen Anstieg der Bauein- und Baugruppenkomplexität und somit sinkenden Kosten per Funktionseinheit (Gate) wurden die DFT (Design for Testability) und Selbsttestkonzepte wirtschaftlich immer interessanter. Die gemeinsame Eigenschaft dieser Testlösungen ist: Schon in der Entwicklungsphase werden Testeinheiten (HW, SW) in die elektronischen Module implementiert. Unabhängig davon ob strukturelle oder funktionale Prüfung bevorzugt wird, können die eingebetteten Testoptionen in allen späteren Phasen vom Fertigungsprozess und Produktanwendung eingesetzt werden. Sie sind ein fester Bestandteil vom elektronischen Produkt.

Durch die Standardisierung vom Boundary Scan (BS) wurde die Basis für eine Alternativlösung zum In-Circuit-Test (ICT) geschaffen. Jedoch in nachfolgenden Jahren führten die Nachteile von BS (Entwicklungsaufwand, Performanceverluste, keine Fehlerabdeckung bei analogen Schaltungen usw.) dazu dass ein vollständiger BS eher als eine Ausnahme gilt.

B.07

### > Autor

ANTUN VUKSIC ist im Bereich Test-Engineering, Baugruppen- und Systemtest tätig  
Abt. I&S IT PS 8 MCH bei Siemens AG;  
Otto-Hahn-Ring 6, D-81739 München  
Fon: 089/636-49659, Fax: 089/636-49676  
E-Mail: antun.vuksic@mchr2.siemens.de

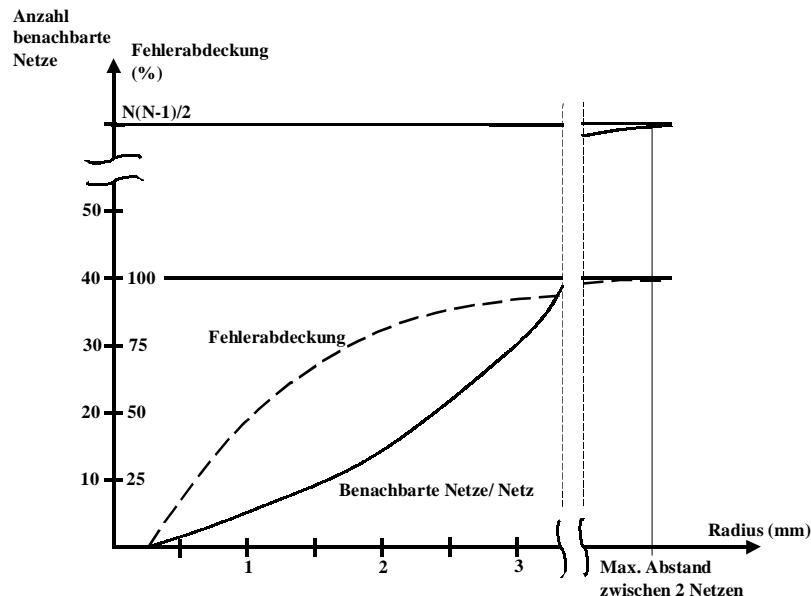


Abb.1: Fehlerabdeckung in Abhängigkeit von Netzzahl und -abstand

Um den allgemeinen Trend der Erhöhung der Packungsdichte zu unterstützen ist naturgemäß ein Umstieg von ICT auf BS zu befürworten, da somit die Fläche für Testpads gänzlich verschwindet. Allerdings, auch ein Umstieg von ICT auf FPT führt durch kleinere Testpads und kleinere erlaubte Abstände zwischen Testpads zu besserem Ergebnis im Vergleich zum Testkonzept ICT (und daraus resultierenden Anforderungen auf die Testbarkeit). Das Kriterium ‚Packungsdichte‘ kann unter Berücksichtigung weiterer Randbedingungen (wie Stückzahl/Baugruppentyp, Wahrscheinlichkeit für Redesign und Time-to-market), ausschlaggebend sein für die Auswahl vom Testkonzept ‚BS+FPT‘.

Die oft unrealistische Forderung nach vollständigem BS entfällt. Nach wie vor besteht die Begründung für die Realisierung von möglichst hohem BS-Anteil, weil somit immer eine Erhöhung der Packungsdichte und Reduzierung der Testzeit erzielbar ist.

Als Hauptnachteil ‚BS+FPT‘ zum ICT ist - abhängig vom Anteil der nicht BS-testbaren Netze/Bauteile - die höhere Testzeit. Auf dem Weg ‚FPT+BS‘ für den Fertigungstest für möglichst viele Anwendungen zu forcieren haben einige Testerhersteller die Testzeit

als Schlüsselmerkmal von Flying-Probe-Tester definiert. Neben den Maßnahmen zur Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit der Kontaktiernadel wurde optional ein bei Siemens AG entwickeltes Testverfahren implementiert. Mit dem Einsatz vom Netztest wurde einerseits die Testzeit erheblich reduziert und andererseits konnte auch eine Verbesserung der Testschärfe erzielt werden.

Nachfolgend werden die beiden Fortschritte durch Netztest - am Beispiel Shorttest - behandelt.

### Testzeit und Fehlerabdeckung beim Shorttest

Der Shorttest nimmt den überwiegenden Zeitanteil beim FPT Standardtestdurchführung in Anspruch. Der wichtigste Unterschied zwischen bisher praktiziertem Standardtest und neuer Alternative Netztest lässt sich durch den Vergleich der Testeffizienz (Testschärfe, Testzeit) bezüglich Shorttest feststellen.

### Standardtest

Bei dem Standardtest werden für jedes Netz die Kontaktierungen zu den ‚benachbarten Netzen‘ vorgenommen.

Die Algorithmen für die Bestimmung der Menge der ‚benachbarten Netze‘ versuchen über unterschiedliche Wege die Netze mit ‚realistischer Wahrscheinlichkeit‘ für Auftreten von ‚Shorts‘ festzulegen. Im Idealfall spiegelt dann dieser Algorithmus die Statistik über Shorts in seinem Ergebnis. Da solche Statistiken vom Fertigungsprozess und Qualität abhängig sind, ist auch die genannte (ideale) Testschrittmenge nicht nur kundenspezifisch sondern auch dynamisch. Aus dieser Überlegung ist erkennbar, dass durch eine Fehlentscheidung diesbezüglich einerseits zu Redundanz der Nadelbewegungen (und somit zu hoher Testzeit) oder andererseits zu niedriger Testschärfe kommen kann.

Als wichtigste Messlatte für die Bestimmung der Kurzschlusswahrscheinlichkeit wird der minimale Abstand zwischen 2 Netzen betrachtet. Der Radius ist der einstellbare maximale Wert für diesen Abstand. Wenn Abstand zwischen 2 Netzen kleiner ist als Radius ( $a < R$ ) gehört dieses Paar zu der gesuchten Testmenge.

Abb.1 zeigt exemplarisch die erforderliche Anzahl der Kontaktierungen für Shorttest in Abhängigkeit vom Radius. Die Einstellung für R bei der Generierung von Shorts für Prototypentest ist relativ unkritisch: es wird ein relativ hoher Wert eingestellt. Bei der Anwendung vom FPT für Fertigungstest (bzw. steigender Stückzahl pro Baugruppentyp) ist diese Entscheidung - wie oben erwähnt - kritisch. Wenn die durchschnittliche Größe der Menge der ‚benachbarten Netze‘ (BN) bekannt ist, lässt sich die Testzeit für Shorttest-Schritte wie folgt bestimmen:

$$\text{Testzeit} = N \cdot \text{BN} \cdot (\text{TB} + \text{TM})$$

Mit N=Netzzahl, BN=durchschnittliche Anzahl der benachbarten Netze pro Netz, TB=durchschnittliche Nadelbewegungszeit, TM=die Messzeit für einen Shorttest-Schritt

### Netztest

Das von Siemens patentierte Verfahren ‚Netztest‘ deckt Shorts zwischen 2 beliebigen Netzen mit nur einer Kontaktierung pro Netz. Somit ist die Testzeit linear abhängig von der Netzzahl und Summe der Nadelbewegungszeit und Messzeit pro Netz:

$$\text{Testzeit} = N \cdot (\text{TB} + \text{M} \cdot \text{TM})$$

Mit N=Netzzahl, TB=durchschnittliche Nadelbewegungszeit, M=Anzahl der Messschritte pro Netz, TM=die durchschnittliche Messzeit pro Messschritt

An jedem Netz werden mehrere Messschritte bei unveränderter Nadelposition gegen ein gemeinsames Bezugspotential (Ground) ausgeführt. Dadurch wird nacheinander das elektrische Verhalten (R/D/C) an allen Netzen der getesteten Baugruppe erfasst. Im Kurzschlussfall liegt mindestens eine Istgröße an mindestens einem der beiden beteiligten Netze außerhalb des Sollbereiches. Nur im Fehlerfall werden für Netze mit fehlerhaften elektrischen Werten die Standard-Shorttestschritte (Testschritte gegen benachbarte Netze) aktiviert, um die Diagnose zu unterstützen. Die Entscheidung über Wert R (Radius) ist für die Diagnosestandardshorts unkritisch, da die Netzzahl mit Fehler im Durchschnitt (insbesondere bei guter Fertigungsqualität) niedrig ist. Im Gegensatz zum Standardtest ist Radius weder für die ‚go/nogo‘-Testzeit noch für die erzielte Testschärfe relevant.

Die identische Testschärfe bezüglich Shorts kann der Standardtest erst dann erzielen, wenn die Menge ‚benachbarte Netze‘ auf alle Netze der getesteten Baugruppe ausgedehnt wird. Diese Testschrittmenge beinhaltet  $N \cdot (N-1)$  Nadelbewegungen (N ist Netzzahl) und ist in meisten Fällen praktisch nicht ausführbar - Beispiel: Für Netzzahl  $N=1000$  und Testschrittzeit (Nadelbewegung + Messung) 100ms würde die Testzeit ca. 13 Stunden betragen.

### Vergleich der Testzeiten für Standard-Test und Netztest

An einem Beispiel für eine Baugruppe mit 1000 Netzen, durchschnittlicher Bewegungszeit TB = 100ms, Messzeit

von 2ms, Anzahl der benachbarten Netze 7 und 3 Messungen pro Netz beim Netztest wird der Vergleich für beide Methoden durchgeführt.

$$\begin{aligned} \text{Testzeit für Standardtest} &= 1000 \cdot 7 \cdot (100+2)\text{ms} = 701,4\text{sec} \\ \text{Testzeit für Netztest} &= 1000 \cdot (100+3 \cdot 2)\text{ms} = 106\text{sec} \end{aligned}$$

Aufgrund von oben gezeigtem Effekt der Testzeitverkürzung für Short, ergab sich aus praktischer Anwendung ein resultierender Reduktionsfaktor für das Gesamttestprogramm von 3 bis 5 bei digitalen Baugruppen und von 2 bis 4 bei analogen Baugruppen.

Grundsätzlich gilt: Der Reduktionsfaktor steigt mit der Packungsdichte der Bauteile und Größe der Baugruppe, da somit auch die Menge ‚benachbarte Netze‘ steigt.

### Zusammenfassung

Der Flying-Probe-Test wurde in letzten Jahren hauptsächlich für den Prototypentest immer häufiger eingesetzt. Mit Hilfe von Netztest wird das Anwendungsgebiet von FPT auch auf den Fertigungstest ausgeweitet. In diesem Beitrag wurde der Vergleich vom Standardtest und Netztest in Bezug auf die Fehlerabdeckung und Testzeit beim Short-Test dargestellt. Dank der wesentlichen Steigerung der Testeffizienz wird künftig FPT mit Netztest bei der Auswahl der optimalen Teststrategie für Baugruppentest an Bedeutung gewinnen. Die Abteilung I&S der Siemens AG bietet die Erstellung der Netztest-Programme, sowie Lizenzverkauf der entsprechenden Software-Werkzeuge an.

B.07



Abb.2: Flying-Probe-Tester