

Netztest verbessert den Flying-Probe-Test

Effektiver durch geringere Testzeit und größere Testschärfe

Der Beitrag behandelt die Verbesserung der Testschärfe und Reduzierung der Testzeit beim Baugruppentest mit Hilfe vom ‚Flying Probe Tester‘ (FPT). 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 Fertigungstests bei kleinen und mittleren Stückzahlen.

Mit dem raschen Anstieg der Baustein- 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 reine strukturelle oder funktionale Prüfung bevorzugt wird, können die eingebetteten Testoptionen in allen späteren Phasen des Fertigungsprozesses und der Produktanwendung eingesetzt werden. Sie sind ein fester Bestandteil des elektronischen Produkts.

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

Um den allgemeinen Trend der Erhöhung der Packungsdichte zu unterstützen, ist 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

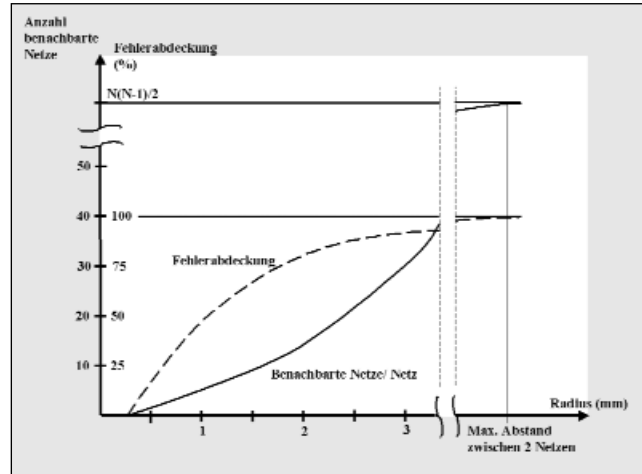


Abb. 1: Die erforderliche Anzahl der Kontaktierungen für SHORT-Test in Abhängigkeit vom Radius.

und kleinere erlaubte Abstände zwischen Testpads zu einem 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 möglichstem hohem BS-Anteil, weil somit immer eine Erhöhung der Packungsdichte und Reduzierung der Testzeit erzielbar ist.

Der Hauptnachteil ‚BS+FPT‘ im Verhältnis zum ICT ist – abhängig vom Anteil der nicht BS-testbaren Netze/Bauteile – die höhere Testzeit. Auf dem Weg ‚FPT+BS‘ für den Fertigungstest für viele Anwendungen zu forcieren, haben einige Testerhersteller die Testzeit als Schlüsselmerkmal für Flying Probe Tester definiert.

Neben der Maßnahmen zur Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit der Kontaktiernadel wurde optional ein bei Siemens entwickeltes Testverfahren implementiert. Mit dem Einsatz des Netztests 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 der Qualität abhängig sind, ist auch die genannte (ideale) Testschrittmenge nicht nur kundenspezifisch, sondern auch dynamisch. Aus dieser Überlegung ist erkennbar, dass es durch eine Fehlentscheidung diesbezüglich einerseits zu Redundanz der Nadelbewegungen (und somit zu hoher Testzeit) und andererseits zu niedriger Testschärfe kommen kann.

Als wichtigstes Merkmal für die Bestimmung der Kurzschlusswahrscheinlichkeit wird der minimale Abstand zwischen zwei Netzen betrachtet. Der Radius ist der einstellbare Maximalwert für diesen Abstand. Wenn der Abstand zwischen zwei Netzen kleiner ist

Autoren

ANTUN VUKSIC
 HUGO GASCHLER
 JOERG SUELZLE
 MATHIAS BILLER

sind bei Siemens AG I&S IT PS 8 MCH in der Gruppe für Prüftechnik tätig;
 Otto-Hahn-Ring 6, D-81739 München
 Fon: 089-636-49659, Fax: 089-636-49676
 antun.vuksic@mchr2.siemens.de



Abb 2:
 Mit dem lizenzierten NET(Z)TEST-Generierungsprogramm wird ein Netztest-Prüfprogramm generiert.

Aufgrund des oben gezeigten Effekts der Testzeitverkürzung für Short, ergab sich aus praktischen Anwendungen ein resultierender Reduktionsfaktor für das Gesamttestprogramm:

- ▶ 3 bis 5 bei digitalen Baugruppen
- ▶ 2 bis 3,5 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.

Testprogrammerstellung

Im Electronic Design House der Siemens AG (Industrial Solutions and Services) wurde die Option Netztest für den Tester APT 8400 und APT 9400 entwickelt und vielfach erprobt.

Siemens bietet vielseitige Unterstützung im Zusammenhang mit Netztest und Flying Probe Test (Informationen unter www.net-test-netztest.de):

Von der Erstellung der Testprogrammen auf Basis von CAD-Daten bis hin zur Generierung von Testprogrammen auf Basis von mit Fabmaster generierten Testprogrammen (s. Abb.2).

Die Generierung kann u.a. ausgehend von einem Fabmaster-Standardprogramm (d.h. mit Anwendung der Dateien ‚Apt8000t.asc‘, ‚labelist.asc‘ und ‚nailchek.asc‘) erfolgen. Mit dem lizenzierten NET(Z)TEST-Generierungsprogramm wird ein Netztest-Prüfprogramm generiert. Ebenso ist der Erwerb der NET(Z)TEST-Software und die kundenspezifische Einführung dieses Testverfahrens möglich.

Fazit

Der Flying-Probe-Test wurde in den letzten Jahren hauptsächlich für den Prototypentest immer häufiger eingesetzt. Mit Hilfe von Netztest wird das Anwendungsgebiet von FPT auch auf den Fertigungstest ausgeweitet. Die führenden Testerhersteller haben in Zusammenarbeit mit der Siemens AG (I&S IT PS 8 MCH) ihre Testsysteme durch die Option Netztest erweitert. 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. **TEST**

als der Radius ($a < R$) gehört dieses Paar zu der gesuchten Testmenge.

Abb. 1 zeigt exemplarisch die erforderliche Anzahl der Kontaktierungen für SHORT-Test in Abhängigkeit vom Radius.

Die Wahl der Einstellung für R bei der Generierung von SHORTS für Prototypentest ist relativ unkritisch: Es wird ein relativ hoher Wert eingestellt. Bei der Anwendung des 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 Short-Testschritte wie folgt bestimmen:

$$\text{TESTZEIT} = N \cdot \text{BN} \cdot (\text{TB} + \text{TM}) \quad (1)$$

N = Netzzahl

BN = durchschnittliche Anzahl der benachbarten Netze pro Netz

TB = durchschnittliche Nadelbewegungszeit

TM = die Messzeit für einen SHORT Testschritt

Netztest

Das von der Siemens AG patentierte Verfahren Netztest deckt Shorts zwischen zwei 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:

$$\text{TESTZEIT} = N \cdot (\text{TB} + \text{M} \cdot \text{TM}) \quad (2)$$

N = Netzzahl

TB = durchschnittliche Nadelbewegungszeit

M = Anzahl der Messschritte pro Netz

TM = durchschnittliche Messzeit pro Messschritt

An jedem Netz werden mehrere Messschritte bei unveränderter Nadelposition gegen ein gemeinsames Bezugspotential (Ground) aus-

geführt. Dadurch wird nacheinander das elektrische Verhalten (R/D/C) an allen Netzen der getesteten Baugruppe erfasst. Im Kurzschlussfall liegt mindestens eine ‚Ist-Größe‘ an mindestens einem der beiden beteiligten Netze außerhalb des Sollbereiches. Nur im Fehlerfall werden für Netze mit fehlerhaften elektrischen Werten die Standardshort-Testschritte (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 der Radius weder für die GO-/NO-GO-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 (s. Abb. 1). 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) 100 ms würde die Testzeit rund 13 Stunden betragen.

Vergleich der Testzeiten für Standardtest und Netztest

An einem Beispiel für eine Baugruppe mit 1000 Netzen, durchschnittlicher Bewegungszeit $\text{TB} = 100$ ms, Messzeit von 2 ms, Anzahl der benachbarten Netze 7 und 3 Messungen pro Netz beim Netztest wird der Vergleich für beide Methoden durchgeführt.

Testzeit für Standardtest =
 $1000 \cdot 7 \cdot (100 + 2) \text{ ms} = 701,4 \text{ sec}$

Testzeit für Netztest = $1000 \cdot (100 + 3 \cdot 2) \text{ ms} = 106 \text{ sec}$