

# Zentralübung Rechnerstrukturen: Fragen des Rechnerentwurfs

## 1. Aufgabenblatt

**Besprechung:** 24. April 2014

### 1 Fertigungskosten

Eine Wafer-Fertigungsanlage soll von 200 mm - auf 300 mm - Wafer umgestellt werden. Der Fertigungsprozess wird hierbei nicht verändert. Der zugehörige Technologiefaktor sei  $\alpha = 2$ , die Fehlerquote (defects per unit area) betrage  $DPUA = 0,2/cm^2$  und die Wafer-Ausbeute (Yield) betrage  $Y_{wafer} = 80\%$ . Der zu fertigende Die habe eine Fläche von  $A_{die} = 4,5 cm^2$ .

- Berechnen Sie für beide Wafergrößen die erzielbare Anzahl von Dies pro Wafer ( $DPW$ ).
- Errechnen Sie den Die-Yield ( $Y_{die}$ ) für die gegebenen Parameter.
- Errechnen Sie die Kosten pro Die für 200 mm - und 300 mm -Technologie unter der Annahme, dass ein 200 mm-Wafer 150 € kostet und ein 300 mm-Wafer 300 €.
- Berechnen Sie basierend auf den errechneten Werten der vorherigen Aufgabenteile die durch die Umstellung auf 300 mm-Wafer erzielte Kostenreduzierung pro IC. Die Kosten für das Packaging pro IC betragen 75 cent, der Kostenanteil für Testen des einzelnen Dies sei 1 € und die Gesamtausbeute sei 75 %.
- In Zukunft war geplant von 300 mm- auf 450 mm-Wafer umzustellen, doch eine Einführung wird vorerst aufgeschoben. Was könnten bei der Einführung noch größerer Wafer Probleme bereiten?

# Schaltungsentwurf mit VHDL

## 2 Signale und boolesche Funktionen

Erstellen Sie je eine VHDL-Beschreibung der XOR-Funktion mittels:

- a) Bibliotheksaufruf
- b) Boolescher Beschreibung
- c) Wertetabelle
- d) Beschreibung der Funktion

## 3 Verhaltensbeschreibung

Eine zu entwickelnde Zählerschaltung soll folgendes Verhalten aufweisen:

- Ein low-aktives Rücksetzsignal löscht den Zähler.
  - Über ein Richtungssignal wird bestimmt, ob der Zähler mit der steigenden Flanke eines Taktsignals aufwärts (=0) oder abwärts (=1) zählt.
  - Es wird nur gezählt, wenn der Zähler mit einem high-aktiven Aktivierungssignal freigeschaltet ist.
  - Der Zähler soll 64 Zählschritte ausführen können.
  - Ein low-aktives Freigabesignal entscheidet, ob der Zählerausgang auf einen gemeinsamen Bus gelegt werden soll. Bei nicht erfolgter Freigabe werden die Ausgabeeleitungen in den Tristate-Zustand geschaltet.
- a) Erstellen Sie die zugehörige Schnittstellenbeschreibung und formulieren Sie eine mögliche entsprechende Verhaltensbeschreibung in VHDL.
- b) Erweitern Sie die Verhaltensbeschreibung um eine Lösung, bei der ein Überlaufsignal kontinuierlich und asynchron (außerhalb eines Prozesses) erzeugt wird.

## 4 VHDL-Entwurfsprozess I – Zähler

In einer VHDL-Beschreibung sei ein Prozess wie folgt beschrieben.

```
architecture behaviour of counter is
    signal count : unsigned(7 downto 0);
begin

    process (clk)
    begin
        if clk'event and clk='1' then
            count <= count+1;
            if count=X"ff" then
                flag <= '1';
            else
                flag <= '0';
            end if;
        end if;
    end process;

end behaviour;
```

- a) Bei der Simulation dieses Prozesses erhalten Sie immer den Wert "UUUUUUUU" für das Signal `count`. Synthetisiert in Hardware beobachten Sie jedoch wie erwartet eine Aufwärtszählfunktion.
- Nennen Sie die Ursache für das in der Simulation beobachtete Verhalten und erklären Sie, weswegen die Zählfunktion hier nicht sichtbar wird.
  - Ändern Sie die Prozessbeschreibung so ab, dass der Wert des Zählers zurückgesetzt werden kann.
- b) Das `flag`-Signal (vom Typ `bit`) soll den Zählerstand `0xff` anzeigen, d.h. zum Zeitpunkt `count=X"ff"` für eine Taktperiode den Wert 1 annehmen, sonst 0.
- Bei welchen tatsächlichen Zählerstand beobachten Sie beim gegebenen Codefragment in Simulation und Synthese den Zustand `flag='1'`? Warum ist dies so?
  - Das `flag`-Signal soll nicht synchron innerhalb des Prozesses sondern nebenläufig außerhalb erzeugt werden. Wie lautet die VHDL-Zuweisung hierfür bzw. was muß am Quelltext geändert werden?

## 5 VHDL-Entwurfsprozess II – DFT

Es soll eine diskrete Fourier-Transformation (DFT) in VHDL implementiert werden. Dabei ist folgendes Verhalten spezifiziert:

- Ein low-aktives Rücksetzsignal löscht die Schaltung.
- Die Schaltung wird explizit über ein Aktivierungssignal aktiviert.
- Die Datengröße ist fest vorgegeben, soll aber prinzipiell parametrisierbar sein.
- Die Eingabedaten werden als Stream von 16-Bit Festkommazahlen geliefert.
- Die Ausgabedaten sind ebenso ein Stream von 16-Bit Festkommazahlen.

- Führen Sie die Datenverfeinerung durch und erstellen Sie eine Schnittstellenbeschreibung `DFT_top`. Dazu muss der Stream in eine passende Schnittstelle überführt werden. Eine solche kann aus folgenden Teilen bestehen: Daten, Gültigkeitsanzeige, Aufnahmebereitschaft, Stream-Ende.
- Erstellen Sie eine Toplevel-Architektur `structure_top`, indem Sie Komponenten definieren und geeignet verbinden: Stream-Behandlung (zur Zwischenpufferung der Stream-Daten) und Diskrete Fourier-Transformation (DFT).  
*Hinweis: es genügt die Visualisierung!*
- In der Architektur der DFT würden Sie die Eingabedaten mit Potenzen ( $k$ ) der  $N$ -ten Einheitswurzel  $e^{-2\pi i k/N}$  multiplizieren, akkumulieren und speichern bzw. weiter ausgeben. Im Rahmen der Verhaltensverfeinerung entsteht daher folgende Frage: Wie ist die komplexe Einheitswurzel darzustellen und in Berechnungen verwendbar?  
*Hinweis:  $e^{ix} = \cos x + i \cdot \sin x$ .*
- Sie haben festgestellt, dass auch die Radix-2-Variante der DFT in Hardware implementierbar ist und die Implementierung innerhalb einer weiteren Architektur `radix2` passend zur Schnittstelle der DFT vorgenommen. Mit welchen Mitteln erreichen Sie, dass in Simulation und Synthese Ihre neue Architektur verwendet wird?