

## **Black Box IC, VCFe 2016**

Materialien, Daten und Probleme von typischen integrierten digital Schaltkreisen (IC) der 1960er - 1990er in kurzen Stichpunkten. Die Stichpunkte sind weder vollständig noch unverrückbar, wie es die Diskussion nach dem Vortrag zeigen wird.

### Gehäuse

- DIP eins der meist verwendeten Gehäuse zwischen 1970 – 1990, wurde von Don Forbes, Rex Rice und Bryant Rogers bei Fairchild entwickelt, und 1964 eingeführt.
- TO (Metallbecher) wurden seit den frühen 50er für Transistoren, später auch für IC genutzt, hier ist meist das TO-99 verwendet worden.
- Material ist meist ein Epoxyd- Kunststoff (PDIP) oder Keramik (CERDIP), beim TO natürlich Metall, mit Zinn oder Silber bzw. Gold.

### PIN

- Eisen mit galvanisch Silber.
- Eisen mit galvanisch oder thermisch Zinn.
- „Kovar“ 54 % Eisen, 29 % Nickel und 17 % Cobalt.
- „Iconel“ Nickelbasislegierung.
- FeNi42 (NULO alloy 42).
- Kupfer (eher selten wegen der mech. Instabilität).

Sowie galvanisch Gold auf einigen der oben aufgeführten Materialien.

### Kenndaten Typischer digital IC der 1960er – 1990er Jahren

- TTL
  - 74xx ab ca. 1966 verfügbar, 2016 = 50 Jahre 74xx IC.
  - Versorgungsspannung 4,75 – 5,25 Volt.
  - Stromverbrauch
    - ➔ TTL ca. 10mW per Gatter.
    - ➔ L-TTL ca. 1mW per Gatter.
    - ➔ LS-TTL ca. 2mW per Gatter.
    - ➔ S-TTL ca. 19mW per Gatter.
  - 54xx und 74xx sind identisch in der Funktion, die 54xx besitzen einen erweiterten Temperatur bereich.
  - Durch unterschiedliche Signallaufzeiten bei den Technologien sind die IC nicht immer austauschbar z.B. LS-TTL mit typisch 10nS oder S-TTL mit typisch 3nS.
- CMOS
  - 4000er Serie ab ca. 1968 von RCA als CD4xxx verfügbar.
  - Versorgungsspannung Typ A 3 – 12 Volt, Typ B 3 – 18 Volt, sollte aber Typisch über 4 Volt liegen.
  - Geringe Stromaufnahme, je nach Komplexität max. 400nW per Gatter.
  - Eher langsam, typische Signallaufzeit 125nS bei 5V Versorgung.

### Probleme

- TTL
  - Spannungen über 5,5V schädigen oft die IC.
  - Hohe Stromaufnahme und Wärmeentwicklung.
  - Einige 74xx haben Probleme mit Oxidation an den PINs die sich bis in das Gehäuse fortsetzen kann.
  - 54xx Keramikgehäuse mit defekter Verklebung machen den IC unbrauchbar.
- CMOS
  - Hohe Eingangswiderstände könne Probleme mit der Störfestigkeit mit sich bringen, Leckströme bei Kondensatoren verursachen seltsames Verhalten (z.B. beim PLL 4046).
  - Oxidation (ähnlich den TTL)
- Allgemein
  - Whisker, insbesondere bei PINs mit Verzinnung.
  - Präzisionssockel (galten mal als das Mittel der Wahl) können Kontaktschwierigkeiten haben.
  - Durch thermische Belastung können Bonddrähte abreißen.

### Ansätze um Probleme zu vermeiden, IC wieder „Langzeit“ stabil zu machen

- Trocknen der IC oder Baugruppen bei Temperaturen um 50°C für mehrere Tage vor dem einlöten oder der Inbetriebnahme.
- Lagern Vakuum verpackt mit ausreichend Silicagel.
- Beschichten mit einem modernen 2K Schutzlack wie z.B. von Peters oder Huntsman Araldite.
- Hightech Polymer-Beschichtung wie z.B. Parylene.
- Regelmäßiger Betrieb in Kontrollierter Umgebung (Temperatur, Luftfeuchtigkeit).
- Moderne Transildioden für den Schutz der Schaltung vor Überspannung und negative Spannungen nachrüsten.
- Ein kompletter Test von Stromversorgung mit wechselnder Last ist zu empfehlen.
- Gründliches reinigen vor der Inbetriebnahme der Baugruppen um Whisker zu entfernen.
- FuseROM sollten wie auch EPROM immer gesichert werden, bei FuseROM werden mit der Zeit 0 zu 1 durch Elektromigration.

Fotos:

<http://nepp.nasa.gov/whisker/photos/index.html#leadframe>

Quellen Internet:

<http://nepp.nasa.gov/whisker/>

[https://de.wikipedia.org/wiki/Whisker\\_%28Kristallographie%29](https://de.wikipedia.org/wiki/Whisker_%28Kristallographie%29)

<https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/5250>

<http://electronicdesign.com/components/hard-won-knowledge-mitigates-effects-tin-whiskers>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Dual\\_in-line\\_package](https://en.wikipedia.org/wiki/Dual_in-line_package)

<https://hackaday.com/2015/10/31/a-peek-under-the-hood-of-the-741-op-amp/>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Kovar>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Inconel>

<http://electroiq.com/blog/2005/08/materials-and-methods-for-ic-package-assemblies/>

<http://www.plasmaparylene.de/Eigenschaften-Parylen.html>

<http://www.elv.de/elektronikwissen/transildiode.html>

Quellen Bücher:

TTL Kochbuch von Dan Lancaster ISBN 0-672-21035-5

RCA CMOS Datenbuch 1973

TI TTL Datenbuch 1985