

Sevban Kayabasi

Memristor

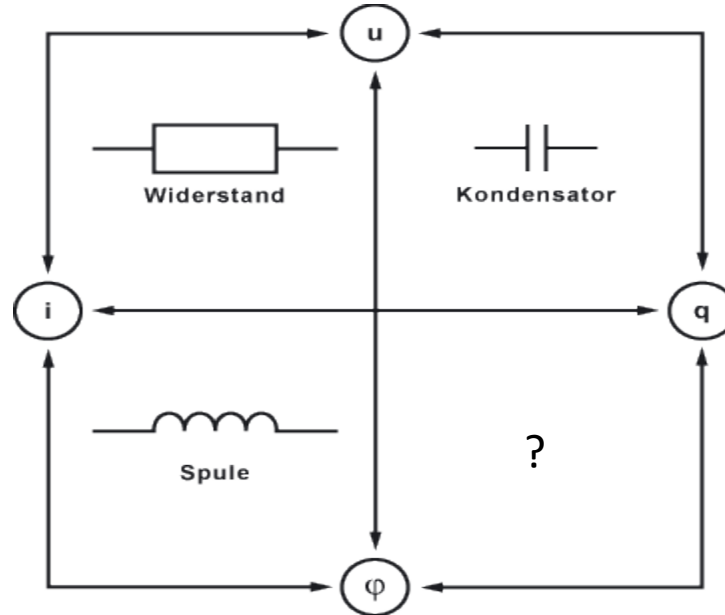
Proseminar Speicher- und Dateisysteme

Wintersemester 18/19

Gliederung

1. Das vierte passive Bauelement?
2. Allgemeines
3. Unterschiede zum Transistor
4. Erste Anfänge
5. Aufbau und Funktionsweise
6. Anwendung
7. „The Machine“
8. Ausblick

Das vierte passive Bauelement?



Allgemeines

- Memristor: **Memory** (Gedächtnis, Speicher) und **Resistor** (Widerstand)
- Viertes Bauelement in der passiven Schaltungstechnik
- Unterschiedlich zum Transistor
- Behält internen Zustand auch beim Trennen der Stromversorgung

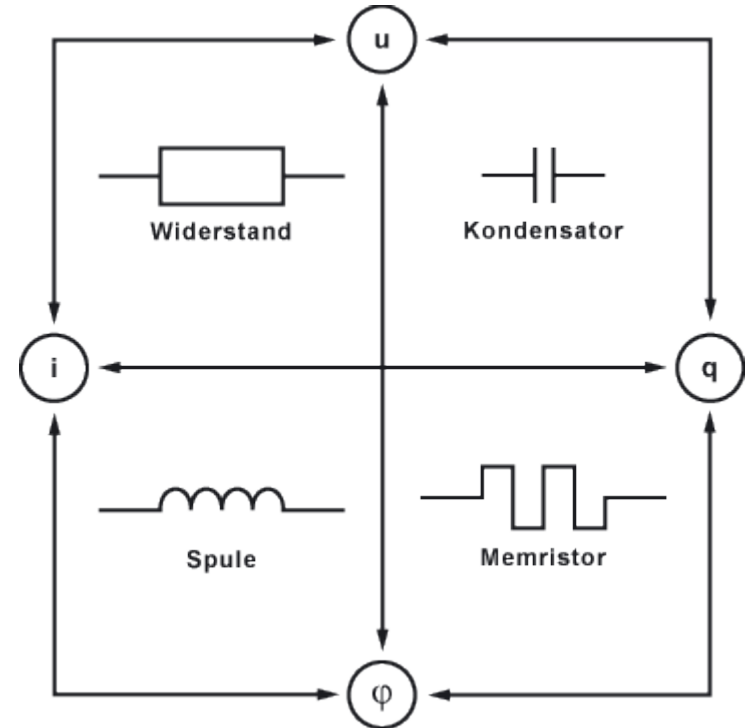
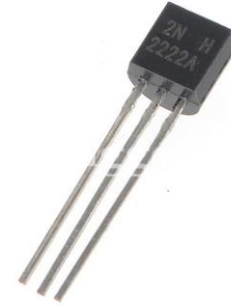


Abb.: [1]

Unterschiede zum Transistor

- Deutlich geringerer Platzverbrauch
→ Transistor 28/32nm, Memristor 3nm
- Weniger Anschlüsse
→ Bipolartransistor: 3 Anschlüsse,
MOS-FET: 4 Anschlüsse,
Memristor: 2 Anschlüsse
- Widerstand änderbar



Bipolartransistor
Abb.: [2]



MOS-FET
Abb.: [3]

Erste Anfänge

- 1971: Berkeley-Professor Leon Chua stellt fest, dass ein passives Element fehlt
- Mit aktiven Bauelementen realisierbar, aber verbraucht zusätzliche Energie
- 2008: Hewlett-Packard Laboratories R. Stanley Williams beginnt mit Realisierung



Leon O. Chua

Abb.: [4]

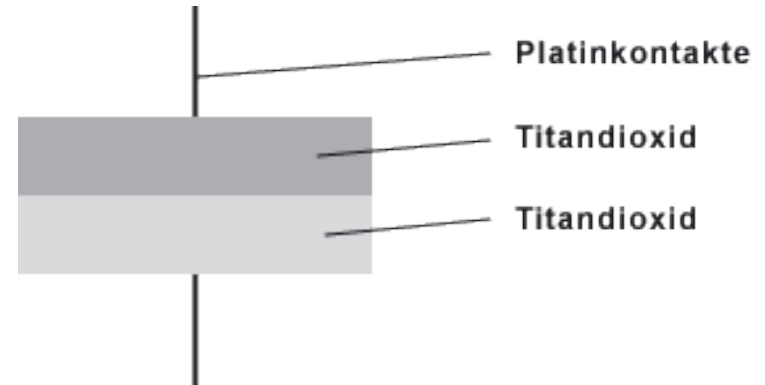


Richard Stanley Williams

Abb.: [5]

Aufbau

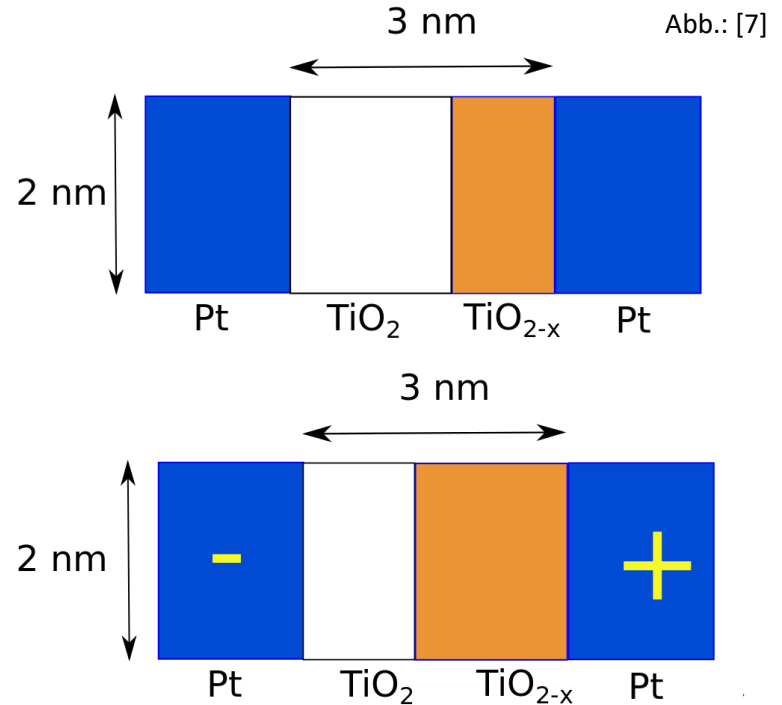
- Besteht aus zwei Schichten Titandioxid (TiO_2)
- Eine Schicht hat weniger Sauerstoffatome \rightarrow eine Schicht leitet, andere isoliert
- Beim Anlegen einer Spannung wandern Sauerstoff-Fehlstellen in die isolierende Schicht \rightarrow wird leitend



<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/bilder/13051912.gif>
Abb.: [6]

Aufbau

- Gesamtwiderstand verändert sich drastisch
- Wenn alle Fehlstellen in der zweiten Schicht ankommen, wird Memristor übersteuert → Zustand bleibt erhalten
- Wenn Spannung umgepolt wird, wandern die Sauerstoff-Fehlstellen wieder zurück



Anwendung

- Nichtflüchtiger Speicher
 - potenzielle Ersetzung von DRAM und Flash
- Künstliche Intelligenz in Form von Neuristoren
- Logikschaltung



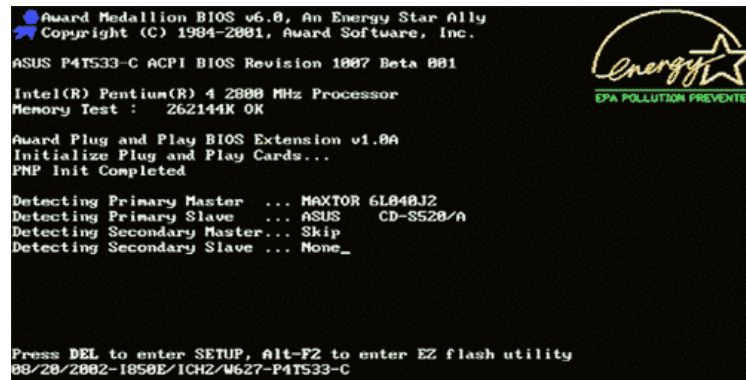
Memristor

Abb.: [8]

https://knowm.org/wp-content/uploads/16DIP_BSAFW_Black.jpg

Vorteile der Benutzung

- Kein Stromverbrauch im Leerlauf, generell weniger Stromverbrauch
→ weniger Hitzeentstehung
- Sehr geringer Platzverbrauch
→ Mehr Speicher auf gleicher Nutzfläche
- Booten ist nicht mehr notwendig



```
Award Medallion BIOS v6.0, An Energy Star Ally
Copyright (C) 1984-2001, Award Software, Inc.

ASUS P4T533-C ACPI BIOS Revision 1007 Beta 001

Intel(R) Pentium(R) 4 2800 MHz Processor
Memory Test : 262144K OK

Award Plug and Play BIOS Extension v1.0A
Initialize Plug and Play Cards...
PNP Init Completed

Detecting Primary Master ... MAXTOR 6L040J2
Detecting Primary Slave ... ASUS CD-S520/A
Detecting Secondary Master... Skip
Detecting Secondary Slave ... None_

Press DEL to enter SETUP, Alt-F2 to enter EZ flash utility
08/20/2002-1050E/1CH2/4627-P4T533-C
```

Ist der Vorgang des Bootens schon bald ein Relikt der Vergangenheit?

Abb.: [11]

„The Machine“

- 2014 von Kirk Bresnicker, Vizepräsident von HP Labs, angekündigt
 - „Memory-Driven-Computing“
 - Am Anfang Memristoren geplant, jedoch auf 3D ReRAM gewechselt
- Memristoren nach 10 Jahre
Forschung immer noch nicht reif
genug



Prototyp „The Machine“

Abb.: [9]

Ausblick

- Es ist noch unklar, wann Memristoren für Serienanfertigung geeignet sind
- Nutzung für den Endnutzer noch nicht in Sicht trotz 10 Jahre Entwicklung bis dato
- Marktwert: 12,693 Millionen \$ in 2017
 191,501 Millionen \$ in 2023

Abb.: [10]



Quellen:

Literatur:

Memristor - The Missing Circuit Element – Leon O. Chua, 1971

The missing memristor found - Dimitri B. Strukov, Gregory S. Snider, Duncan R. Stewart, R. Stanley Williams

A REVIEW ON MEMRISTOR APPLICATIONS - Roberto Marani, Gennaro Gelao and Anna Gina Perri

Quellen:

<http://www.memristor.org>

<https://www.nature.com/articles/nature06932>

<https://www.nature.com/articles/s41928-018-0083-3>

<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/1305191.htm>

<https://www.datacenter-insider.de/was-ist-ein-memristor-a-679442/>

<https://www.golem.de/news/hpe-was-the-machine-ist-und-was-nicht-1612-124774-2.html>

<https://www.labs.hpe.com/the-machine>

<https://www.americanscientist.org/article/the-memristor>

<https://knowm.org/product/bs-af-w-memristors/>

Bildquellen:

Abbildung [1]: <https://www.elektronik-kompndium.de/sites/bau/bilder/13051911.gif>

Abbildung [2]: <https://5.imimg.com/data5/DY/OG/MY-20589996/86-2n222a-transistor-npn-transistor-500x500.jpg>

Abbildung [3]: https://www.kitronik.co.uk/media/catalog/product/cache/1/image/423x423/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/2/9/2906_large_l7805_5v_reg_ic.jpg

Abbildung [4]: <https://www2.eecs.berkeley.edu/Faculty/Photos/Homepages/chua.jpg>

Abbildung [5]: http://www.chem.ucla.edu/dept/alumni/Seaborg/2007_SEABORG/His%20%20Portrait.jpg

Abbildung [6]: <https://www.elektronik-kompndium.de/sites/bau/bilder/13051912.gif>

Abbildung [7]: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/ba/Memristor.svg/220px-Memristor.svg.png>

Abbildung [8]: https://knowm.org/wp-content/uploads/16DIP_BSAFW_Black.jpg

Abbildung [9]: <https://scr3.golem.de/screenshots/1705/HPE-The-Machine-May-2017/thumb620/HPE-The-Machine-04.jpg>

Abbildung [10]: <https://www.baummedia.de/wp-content/uploads/2017/08/Fragezeichen.png>

Abbildung [11]: <https://i.stack.imgur.com/LH8n4.gif>