

HP-Memristor, u.a. c't 11/08, 48 und Chip 7/08. Erste Mitteilung hierzu Mai 08 im Wissenschaftsmagazin Nature [2]. Bereits im September 1971 hatte Professor LEON CHUA von der kalifornischen Universität Berkeley eine Theorie zum Memristor veröffentlicht [1]. Dieses vierte passive Bauelement für elektrische Schaltungen - neben Widerstand, Kapazität, Induktivität – forderte er aus Symmetriebetrachtungen bezüglich Spannung, Strom, Ladung und magnetischem Fluss. Es kann durch keine Kombination der drei anderen erzeugt werden. Es ist ein elektrischer Widerstand, der seinen aktuellen Wert ähnlich wie die Kapazität über eine eingebrachte Ladung (verlustfrei!?) speichert (Bild). Aus ihm ließe sich daher ein statischer Speicher aufbauen, der ohne Stromzufuhr seinen Wert beibehält und in ps-Bereich schaltet. Er wurde jetzt erstmalig bei Hewlett Packard durch Senior Fellow R. STANLEY WILLIAMS und seinen Co-Autoren DMITRI B. STRUKOV, GREGORY S. SNIDER und DUNCAN R. STEWART im Labor mittels Nano-Strukturen nachgewiesen. Es existiert jedoch nur der wissenschaftliche Nachweis. Bis zum technisch nutzbaren Design können noch viele Jahre vergehen.

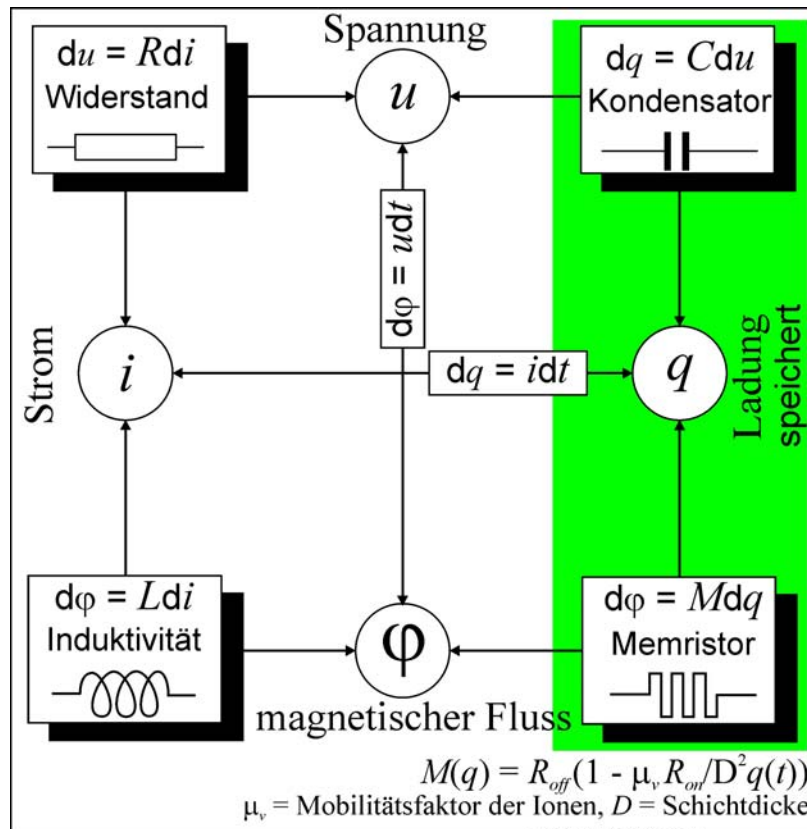


Bild: Die vier passiven elektrischen Bauelemente bezüglich Strom, Spannung, Ladung und magnetischem Fluss.

Die bisherige Suche nach dem Bauelement verlief aus zwei Gründen bisher erfolglos. Erstens wurde es an falscher Stelle gesucht und zweitens sind Nano-Schichten erforderlich. Es wurde angenommen, dass eine direkte Abhängigkeit zwischen Ladung und magnetischem Fluss gemäß $d\phi = M \cdot dq$ vorliegen müsste und damit das Magnetfeld explizit vorhanden ist. Doch es genügt, wie gezeigt wurde bereits eine Nichtlinearität zwischen den Strom- und Spannungintegralen. Der von HP realisierte Memristor besteht aus zwei Schichten von TiO_2 zwischen Pt-Kontakten. Ein Layer hat einige O_2 -Atome weniger (TiO_{2-x}). Dadurch ergeben sich Fehlstellen im Kristallaufbau, wodurch er gut leitet, R_{on} . Der andere ist ein schlechter Leiter mit R_{off} . Durch eine angelegte Spannung wandern die O_2 -Fehlstellen in den isolierenden Layer hinein, und er wird ebenfalls leitend. So sinkt der Gesamtwiderstand. Der Widerstand beider Schichten hängt somit von der Ladung ab, die in eine Richtung geflossen ist. Dies bewirkt verschiedene Speicherzustände. So ergibt sich die Formel im Bild. Infolge von $1/D^2$ wird der Effekt erst im nm-Bereich deutlich nachweisbar. Die Schichtbreiten des HP-Memristor sind 5 nm dünn. Es sei erwähnt, dass aus „ähnlichen“ Überlegungen PAUL DIRAC den magnetischen Monopol forderte, der aber bis heute nicht nachgewiesen wurde. Auch meine Einführung der Kontinuierlichen Digitalisierung erfolgte aus solchen „übergeordneten“ Betrachtungen. Ebenso meine Forderung nach einem Bildcode, der auch bis heute nicht vorliegt.

[1] Leon Chua: Memristor, The Missing Circuit Element, IEEE Transactions on Circuit Theory 1971, CT-18 (5) S.507-519

[2] Strukov, Dmitri B; Snider, Gregory S; Stewart, Duncan R & Williams, Stanley R: The missing memristor found, Nature 453, S.80-82