

Moore's Law of Micro- and Nanotechnology –Effect of Market Force on Interface of Physics, Chemistry, and Information Technology

Jozsef Gyulai, Professor Emeritus

Hung. Acad. Sci. EK MFA and

BME Faculty of Elec. Eng.g & Informatics, Chair of Electron Devices

gyulai@mfa.kfki.hu

Kivonat— A 2009. évi előadásban a mikroelektronikát az informatika Hamupipókéjének neveztem, mert noha szerepe alapvető, az alkalmazások fejlődésével az részterményei rejtettek maradnak a piaci sikereket eredményező alkalmazások mellett, mögött.

A mikroelektronika fejlődését gyakran jellemzik Gordon Moore „törvény”-ével, ami nem is törvénynek indult, csak egy megfigyelésként közölte Moore, amely cikkének az ötvenedik, ill. mára az ötvenegyedik évfordulójáról beszélünk. Azt vette ui. Moore észre, hogy a technológia lehetőségei exponenciálisan fejlődnek és két évente kétszer annyi tranzisztort, ill. más elemet sikerül a kereskedelmileg is értékesíthető csipekre ráépítenie az integrált áramköri, félvezető ipának.

Erről a hatványfüggvény szerinti miniatürizációról, mint az egyre komplexebbé váló fejlődés-ről szól az előadás. Arról, hogy mára már integrált – akár biológiai, orvosi alkalmazásokat célzó – rendszerekről beszélünk. Szólunk arról, hogy milyen feladatokat kellett az eszközök fizikájának megoldania, amelyben a metallurgiának, optikának, a kémiának – ezen belül nem csak a szilárdtestek kémiájának, de még a szerves kémiának is – kritikus szerep jutott.

E szakma fejlődésének eredményei talán a legragyogóbb példáját mutatják annak, hogy a „science”-nek nevezett integrált természettudomány hogyan dolgozza egybe ezeket az eredményeket. Egységbe, egyetlen iparrá olvasztja azokat. Úgy azonban, hogy az alaptudományok – a fizika, a kémia, a metallurgia, sőt mára már a biológia egyes – elemei is felismerhetők maradnak. Emiatt tekintem ezt a szakmát annak a ma keresett oktatási integráció legnagyobb modelljének: elemekből egyesülve haladó rendszernek. Modellnek, amely azonban nem jutott kellő oktatási ismertségre sem az alsó-, sem a középfokú oktatásban.

Azt, persze, el kell ismerni, hogy mint minden szakma Gauss-görbéje, a mikro- és nanoelektronika is lassan a leszálló ága felé közeledik, de még évtizedek vannak hátra, mire teljesen új elvű számítástechnika eszközrendszerét kell alkalmaznunk.

Abstract— In my previous talk on this conference (2009), microelectronics was quoted as Cinderella of sciences, because with rapid development of applications detailed results, demands of production technologies remained hidden.

Development of microelectronics is often characterized with the so-called ‘Moore’s Law’, which has not started as “law”, only as early observation by Gordon Moore, published in a paper just fifty one year ago. Moore had noticed that technical development of production of semiconductor integrated circuits is exponential, i.e., in every other year twice as much components were produced on a single chip by the integrated circuit industry, chips in quality corresponding to market demands. Think, in the first hand on system reliability.

The present talk gives an overview on this miniaturization, to achieve more and more complex functions. Leading to systems, which aim at even biological, medical goals.

The talk will give examples what kind of demands, including market-driven demands, coupled difficulties were overcome of device physics. Solutions of which needed up-to-date results in physics, metallurgy, optics, chemistry – not only of solid state chemistry, but of organic, and polymer chemistry, too.

Results of the topic represent probably the most brilliant example of teaching “science”. How the results integrate into a single industrial know-how. An integration, where results of individual scientific topics, physics, chemistry, etc., even biology can be individually recognized. It is sad that this process has never got real accent in present day elementary or high school curricula.

It is true that the topic is approaching peak point of its development gaussian, but, to our conviction, still decades are to come before fully new methods, principles are needed to meet demands of information technology.