

Výrobní procesy grafických čipů (Nanometry, EUV litografie)

Výkon a energetická efektivita moderních grafických procesorů (GPU) nezávisí pouze na jejich softwarové a hardwarové architektuře, ale zcela zásadně na **výrobním procesu**, kterým jsou čipy fyzicky zhotoveny na křemíkových deskách (waferech). Dnešní špičkové čipy obsahují desítky miliard tranzistorů na ploše velikosti nehtu, což je umožněno pokrokovou nanotechnologií a extrémně složitými výrobními metodami.

Tento článek se zabývá významem nanometrů ve výrobě, revoluční technologií EUV litografie a klíčovými hráči na tomto poli.

1. Co znamenají „nanometry“ (nm)?

V souvislosti s procesory a GPU se často hovoří o výrobních procesech jako 7nm, 5nm nebo nejnověji 3nm a 2nm. Nanometr (nm) představuje jednu miliardtinu metru.

Historický vs. moderní význam

- **Historicky:** Označení výrobního procesu (např. 90nm nebo 45nm) odpovídalo skutečné fyzické délce hradla (gate length) jednoho tranzistoru.
- **Dnes:** Číslo výrobního procesu (např. TSMC 3nm) je spíše **marketingovým označením generace** a neodpovídá žádnému konkrétnímu fyzickému rozměru na čipu. Definuje však celkové zlepšení hustoty tranzistorů a efektivity oproti předchozí generaci.

Proč se tranzistory neustále zmenšují?

Zmenšování tranzistorů je hnacím motorem tzv. **Mooreova zákona** (který říká, že počet tranzistorů na čipu se zdvojnásobí přibližně každé dva roky). Výhody zmenšování jsou:

- **Vyšší hustota:** Na stejnou plochu křemíku lze umístit více výpočetních jader, cache paměti a specializovaných jednotek (např. Tensor jader).
- **Vyšší efektivita:** Menší tranzistory vyžadují k přepnutí stavu méně energie a produkují méně odpadního tepla.
- **Vyšší frekvence:** Signál překonává kratší vzdálenost, což umožňuje dosáhnout vyšších taktovacích frekvencí (MHz/GHz).

2. EUV litografie: Zlomový bod ve výrobě

Když se rozměry prvků na čipu přiblížily k hranici 10 nanometrů, narazila klasická **DUV litografie** (Deep Ultraviolet) využívající argon-fluoridové lasery s vlnovou délkou 193 nm na své fyzikální limity. Výrobci museli používat extrémně složité metody vícenásobného osvětlení (multi-patterning), což výrobu zdražovalo a komplikovalo.

Řešením se stala **EUV litografie** (Extreme Ultraviolet – extrémní ultrafialové záření).

Jak funguje EUV?

- **Vlnová délka:** EUV používá světlo o vlnové délce pouhých **13,5 nm**, což umožňuje vykreslit na křemíkový wafer mnohem jemnější detaily na jediný průchod.
- **Extrémní technická náročnost:** Světlo o této vlnové délce je absorbováno téměř vším – včetně vzduchu a skleněných čoček. EUV systémy proto musí pracovat v dokonalém vakuu a namísto čoček využívají soustavu extrémně hladkých zrcadel potažených speciálními křemíkovými a molybdenovými vrstvami.
- **Monopol ASML:** Jedinou společností na světě, která dokáže tyto stroje (EUV scannery) vyrábět, je nizozemská firma **ASML**. Jeden takový stroj váží desítky tun, stojí stovky milionů dolarů a k jeho přepravě je zapotřebí několik letadel.

High-NA EUV

Nejnovějším krokem (pro procesy pod 2 nm) je technologie **High-NA EUV** (High Numerical Aperture). Tyto stroje využívají ještě větší zrcadla a pokročilejší optiku pro ještě ostřejší zaostření paprsku, což umožňuje pokračovat v miniaturizaci.

3. Kdo čipy skutečně vyrábí? (Foundries)

Návrháři grafických čipů jako Nvidia a AMD (tzv. *fabless* společnosti) své čipy sami nevyrábějí. Navrhnou jejich architekturu a samotnou fyzickou produkci zadají specializovaným smluvním výrobcům (slévárnám křemíku – *foundries*).

Hlavní hráči na trhu

- **TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company):** Absolutní lídr v pokročilých procesech. Vyrábí drtivou většinu moderních GPU pro Nvidia (např. architektura Ada Lovelace na procesu TSMC 4N) i AMD (architektura RDNA 3 na 5nm a 6nm procesu TSMC).
- **Samsung Foundry:** Druhý největší výrobce. Nvidia u něj vyráběla předchozí generaci herních GPU GeForce RTX 3000 (8nm proces Samsung).
- **Intel Foundry:** Intel má vlastní továrny. V minulosti vyráběl pouze pro sebe, nyní však nabízí své služby i ostatním a s technologiemi jako *Intel 18A* (ekvivalent 1,8 nm) plánuje konkurovat TSMC. Svě první dedikované grafiky Intel Arc si však nechal vyrobit u TSMC (6nm).

Srovnání výrobních procesů moderních GPU

Následující tabulka ukazuje, jakými procesy jsou vyráběny současné generace grafických karet:

Grafická řada	Výrobce čipu	Výrobní proces	Zhotovitel (Foundry)	Použitá litografie
---------------	--------------	----------------	----------------------	--------------------

Grafická řada	Výrobce čipu	Výrobní proces	Zhotovitel (Foundry)	Použitá litografie
Nvidia GeForce RTX 4000	Nvidia	TSMC 4N (custom 5nm)	TSMC	DUV + EUV
AMD Radeon RX 7000	AMD	5nm (výpočetní čipy) + 6nm (paměťové čipy)	TSMC	DUV + EUV
Intel Arc (Alchemist)	Intel	TSMC N6 (6nm)	TSMC	DUV + EUV
Nvidia Blackwell (AI/B200)	Nvidia	TSMC 4NP (druhá generace 4nm)	TSMC	DUV + EUV

Závěr

Technologie výrobních procesů se dostala na samotnou hranici fyzikálních možností křemíku. Přechod na menší nanometry a nasazení EUV litografie umožnily vznik grafických procesorů s neuvěřitelným výkonem, které pohánějí dnešní revoluci v umělé inteligenci. V budoucnu se očekává přechod na nové materiály, 3D vrstvení čipů (chipletová architektura) a pokročilé High-NA EUV systémy.

From:

<https://www.serviceit.cz/> - IT ENCYKLOPEDIE

Permanent link:

<https://www.serviceit.cz/doku.php?id=it:hw:litografie>

Last update: **2026/05/30 17:55**

