بررسي سوئيچ هاي FPGA در شرکت هاي Xilinx- Actel- Altera

> تهیه و تنظیم: حسیبا امینی

فهرست:

- مقدمه >
- انواع FPGA بر اساس ساختار اتصالی
 - ح سوئیچ های برنامه پذیر

ساختارسوئيچ هاFPGA در شركت هاي مختلف

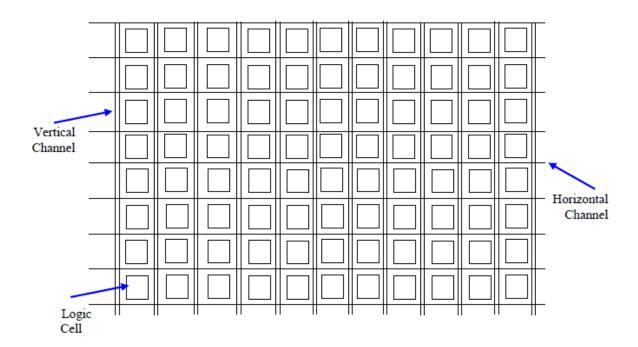
(ALTERA -Xilinx -ACTEL)

- FUSE >
- Antifuse >
- منطق سریع pasic در
 - Antifuse تكنولوژي برنامه نويسي
 - ح شكل اتصال آنتي فيوز
 - **EPROM ≻**
 - - **EEPRAM** >
 - ✓ تكنولوژي EEPRAM
 - FLASH ➤
 - SRAM ≻
 - > تكنولوژي قابل برنامه ريزيSRAM
 - SRAM انواع سوئیچ مبتنی بر

 Output

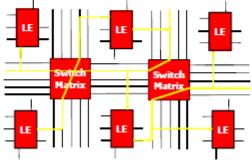
 Output
 - ح نقطه شكست
 - ح نقطه تقاطع
 - > انتخاب شده
 - ح همه سویه
 - ۷ نتیجه

مقدمه:



انواع FPGA بر اساس ساختار اتصالی





ساختار اتصالی در FPGA نیز متفاوت است . منابع اتصالی از یک سری قطعه سیم با طول متفاوت و برنامه پذیر تشکیل شده است .

سریع های برنامه پذیر به روش های مختلف زیر ساخته می شود:

- منابع اتصال داخلی
- 🔾 یک سری سوئیچ برنامه پذیر
- یک سری قطعه سیم با طول متفاوت

سوئیچ های برنامه پذیر



Technology of Programmable Elements

- SRAM based
- Fuse based
- Antifuse based
- EPROM based
- EEPROM based
- Flash based

با استفاده از فيوز

با استفاده از آنتی فیوز

با استفاده از فلش

یک سری ترانزیستور که بوسیله EPROM کنترل مي شود

یک سری ترانزیستور که بوسیله EEPROM کنترل مي شود

یک سری ترانزیستور که بوسیله سلول های SRAM کنترل مي شود

ساختارسوئيچ هاFPGA در شركت هاي مختلف

:Xilinx FPGA

انواع سوئيچ ها:

ساختار کلی و نحوه ی قرار گیری بلوکها ی منطقی در یک FPGA ساخت شرکت Xilinx شبیه ساختاری است که از آن تحت عنوان دو بعدی متقارن نام برده می شوند . جزء اصلی بلوکهای منطقی استفاده شده در FPGA های ساخت شرکت Xilinx یک LUT است .

یک LUT نیز همانطور که گفته شد یک حافظه با ۲ به توان n خانه است که n تعداد ورودیهای XC2000. xC3000. ساخت خود را با اسامی Xilinx . FPGA های ساخت خود را با اسامی xC4000 و x xC5000 و x ونوع جدیدی تحت عنوان x Spartan و x ونوع جدیدی تحت عنوان x

Switched Matrix : ماتریس سوئیچ

(برنامه ريزي توسط برنامه SRAM)

long line : خطوط بلند ارتباط

از نوع سوئيچ هاي اين شركت مي باشند.

:ACTEL FPGA

انواع سوئيچ ها:

از گیت ها و سوئیچ های wire تشکیل شده است که بلوك های استاندار آماده ای نیز در آنها تعییه شده اند مثلا" virtex از این جمله اند، بلوك های RAM (حافظه) بلوك اتصال CONNECTION BLOCKS (که در شکل با حرف C نشان داده شده اند ورابط بین بلوکهای منطقی هستند.) وسوئیچ ها(که در شکل با نام گمشخص شده اند رابط بین بلوك های اتصال می باشند) است.سوئیچ ها از تعداد زیادی ترانزیستور ساخته شده اند که وقتی به گیت ها ولتاژی اعمال می شود درین وسورس را به هم متصل می کندو با این ترتیب یك مسیر برای پروگرم کردن ایجاد می کنند که درواقع صفرو یك دادن به گیت ترانزیستور ها می باشد.که به نام EPROM شناخته شده است .از سوئیچ های ANTIFUSE می کنند که در شرکت ANTIFUSE به نام ANTIFUSE می شوند.

:ALTERA FPGA

انواع سوئيچ ها:

شرکت ALTERA در FPGA های ساخت خود از دو روش استفاده کرده است . در روش اول که تحت عنوان PLD های سلسله مراتبی شناخته می شوند همان ساختار قدیمی PLD ها با کمی بهبود به چشم می خورد این روش در سری MAX استفاده شده است . در روش دوم که در سری FLEX بکار رفته است از LUT استفاده شده است . سری جدیدتر FPGA های ساخت کارخانه ی FLEX CMOS تحت عنوان FLEX شناخته می شود . در سری FLEX از تکنولوژی ALTERA استفاده شده است و برای ساخت قسمتهای قابل برنامه ریزی از سلولهای حافظه ی موقت استفاده شده است . این سری همچنین دارای جدول جستجوی چهار ورودی به عنوان بلوک منطقی هستند.

: FUSE



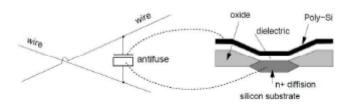
- Fuse makes or breaks link between two wires
- Typical connections are 50-300 ohm
- One-time programmable (testing before programming?)
- Very high density

فیوز فلزي به عنوان اولین نوع سوئیچ قابل برنامه ریزي مورد استفاده قرارگرفته است وامروزه استفاده از آنها تنها در PLD هاي دوقطبي مي باشد. براي تشكیل این نوع فیوزها آلیاژي مانند نیکروم تنگستن – تیتانیم به وسیله بخار برروي سطح چیپ قرار داده مي شوند واز طریق زدودن به مسیرهایي با پهناي SUm وطول 20Um تبدیل مي شوند. جهت با بخارقراردادن این فلزیك پالس جریان در حدود 50ma مناسب است. به این ترتیب آلیاژمورد نظربا سیلیکون دي اکسید ترکیب شده ودر محل فیوزیك مداربازباقي مي ماند. باتوجه به شکل نماینگر یك فیوز فلزي هست که این فیوز ساخته شده یا تجزیه شده از میان دوراه ارتباط سیم مفتول که نوع اتصالت بین ۵۰-۳۰۰ اهم است وهمچنین داراي چگالي بالا یي هستند که در یك زماني قابل برنامه ریزي خواهند بود کاربرد این فیوز ها در PRAM و SRAM و SRAM و SRAM و SRAM و SRAM و SRAM

: Antifuse

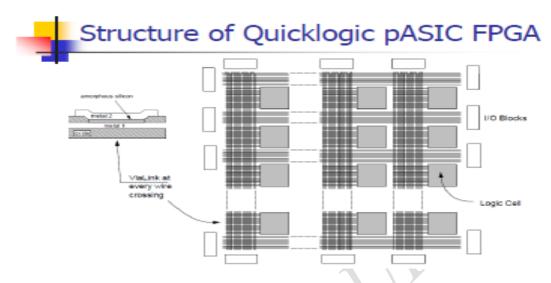


Actel Antifuse Structure:



ANTIFUSE عبارت است ازیك لایه نازك اكسید/ نیتریدسیلكون كه بین دو لایه هادي از جنس فلز یا سیلیكون به طور فشرده قرار گرفته است یك پالس ولتاژ كوتاه در حدود 15۷ تا 20۷ لایه عایق را شكسته وگرما دو لایه را بهم متصل مي كند. به این ترتیب یك مقاومت كمتر از ۱ كیلواهم نتیجه مي شود كه در برابرسیگنالهاي محیط CMOS به صورت یك مقاومت بسیار كوچك عمل كرده وبه عنوان یك سوئیچ در حالت روشن به حساب مي آید معماري antifuse در عمل مشابه LCAمي باشد.و تفاوت موجو دبین انها بیشتربه علت دو تكنولوژي متفوت استفاده شده است اساسي ترین اختلاف به علت مقاومت عناصروالمانهاي انتقالي مي باشد. LCA ها ازیك ترانزیستورنو MOS۶ اختلاف به علت مقاومت بیشتری استفاده مي گذرد باید خازن عنصري را كه به آن هستند. هرزمان كه یك سیگنال از میان یك امان فیوزي مي گذرد باید خازن عنصري را كه به آن متصل است شارژ كند.ابزارهاي آنتي فیوز مي توانند از ساختاري استفاده نمایند، كه نسبت به متصالات بیشتري داردولي مي توان به وسیله این نوع مدارها هزینه مربوط به سطح سیلیكوني استفاده اتصالات بیشتري داردولي مي توان به وسیله این نوع مدارها هزینه مربوط به سطح سیلیكوني استفاده شده براي مدار اجرا شونده راكاهش دهند.انتي فیوز ها تقریبا در حدود یك میكرومترمربع را اشغال كرده و مي توان ان را در مسیرهاي آلومینیوني قرار داد. به این ترتیب جاي اضافي برروي آریه ها اشغال نمی كنند

ساختمان منطق سریع pasic در



تكنولوژي برنامه نويسي Antifuse:



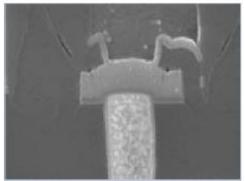
Anti-fuse Programming Technology

- Very low ON Resistance (Faster implementation of circuits)
- Low capacitance routing (Fast)
- One Time Programmable
 - Cannot be re-programmed
 - (Design changes are not possible)
 - Retain configuration after power off
- مقاومت روشن خیلي پایین (کاربرد سریع در مدارات)
 - 🗸 ضرفیت خازني پایین (تندرو)
 - یك زماني قابل برنامه ریزي آنتي فیوزها
- معمولا داراي مسير هاي اتصائي بيشتري نسبت به LCA ها هستند و به خاطر كيفيت اجرايي بسيار عائي آنتي فيوزها مدارهاي منطقي كه نياز به ارتباط به تعداد زيادي گيت دارند در FPGA ها آنتي فيوزها بهتر اجرا مي شوند. بزرگترين نقص استفاده از FPGA ها آنتي فيوز، برنامه ريزي انهاست. زمان لازم براي برنامه ريزي اين ابزارها حتي براي يك مداركوچك درحدود سه دقيقه وبراي يك مداربزرگ درحدود ده دقيقه طول مي كشد.كه طبيعي است درمقايسه باساختار CPLD ها كه برنامه ريزي انها چند ثانيه طول مي كشد ويا در مقابل LCAها كه مدت برنامه ريزي آنها درحدود صفر است، زمان طولاني مي باشد.

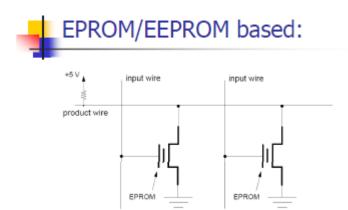
اتصال أنتي فيوز:

شكل زير نماينگر نحوه اتصالات آنتي فيوز در FPGA ها مي باشد.



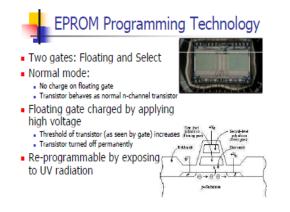


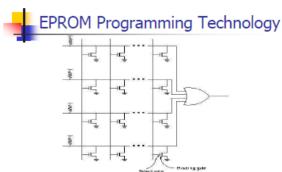
: EPROM



یک ترانزیستور گیت شناور EPROM به عنوان یک سوئیچ قابل برنامه ریزی طوری بین دو سیم قرار می گیرد که بتواند امکان پیاده سازی یک عمل Wired And را داشته باشد ترانزیستور PROM خطوط کطوط خطوط کطوط در در در واقع در حالت عادی قبل از برنامه ریزی بین خطوط عمودی (Prodact uire) اتصال منطقی وجود دارد . در جایی که که اتصال منطقی نیاز نیست . یک ولتاژ بالا به گیت غیر شناور اعمال می شود این امر به طور موقت باعث غلبه بر امپدانس بالای مواد ناخالص شده و یک شارژ منفی در گیت شناور اعمال می کند . این شارژ در طول عملیات بعدی از روشن شدن ترانزیبستور جلوگیری می کند و اعمال سیگنال H به گیت شناور نمی تواند ترانزیستور را روشن کند . بنابراین مثل این است که عملاً ترانزیستور از مدار جدا شده باشد شکل EPROM به صورت زیر است . تنها تفاوت شارژ گیت شناور را تخلیه می کند . و با سرعت بیشتری پاک می شود این تکنولوژی بیشتر شارژ گیت شناور را تخلیه می کند . و با سرعت بیشتری پاک می شود این تکنولوژی بیشتر در CDLD و نیز بسیاری از SPLD ها استفاده می شود . شکل EPROM به صورت زیر است.

تكنولوژی برنامه نویسی درEPRAM:

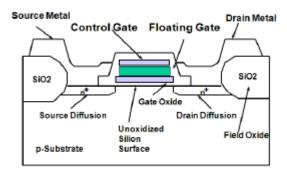




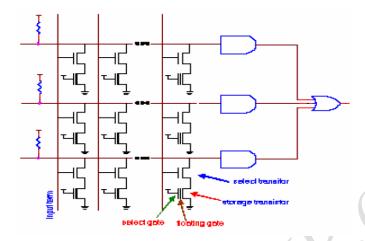
Used as pull-down devices

- 🔾 داراي دو گيت شناوراست
- م حالت نرمال (گیتهای شناور فعال نیستند چون رفتار ترانزیستور درحالت نرمال درکانال n
 ترانزیستور می باشد).
- گیتهای شناور زمانی فعال هستند که ولتاژ بالا باشد. (ولتاژ آستانه هدایت ترانزیستور در حالت زیاد شدن باشد و ترانزیستور بطوثابت خاموش است)
 - 🔾 پاك كردن برنامه با اشعه ماورائ بنفش صورت مي گيرد.
- مکانیزم ذخیره سازي در بیرون نیست.وزمان مصرف باتوجه به برنامه نویسي است. در هر سیستمی انجام نمی شود.





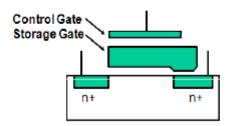
EEPRAM



در تکنولوژی MOS ترانزیستورها خود به عنوان سو ئیچی عمل می کنند که با اعمال سطح HIGH یا LOW به گیتشان می توان باعث قطع و وصل شدن این سوئیچها شد . در این روش ترانزیستوری استفاده می شود که دا رای یک گیت شناور است . با استفاده از این گیت شناور می توان سطح استانه ی ترانزیستور را با شارژ و دشارژ کردن گیت دوم تغییر داد و ترانزیستور را به صورت دائم خاموش کرد . به این ترتیب که با گذراندن یک جریان زیاد بین گیت اصلی و درین ترانزیستور مقداری بار روی گیت شناور قرار می گیرد که باعث بالا رفتن ولتاژ استانه ی ترانزیستور از حد معمول می شود و در نتیجه در ولتاژهای کاری ترانزیستور همیشه خاموش است . برای از بین بردن این بار در EPROM از اشعه ی ماورا ء بنفش و در سریهای اولیه ی تولید خود استفاده می کرد . مزیت این روش مانند روش استفاده از حافظه ی موقت قابلیت برنامه ریزی مجدد است . لازم به ذکر است که EPROM در خارج مدار و EPROM در داخل مدار قابلیت برنامه ریزی مجدد است . لازم به ذکر است که EPROM در داخل مدار قابلیت برنامه ریزی مجدد را دارا می باشند .

تكنولوژي EEPRAM :



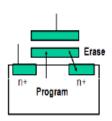


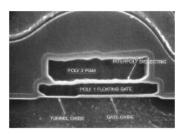
EEPRAM از دو ترانزیستور تشکیل مي شوند به نام ترانزیستورهاي انتخاب وذخیره کننده ، که تابع Wired-AND پیاده سازي شده است.از دو گیت شناور تشکیل شده که وظایفي مشابه EPRAM ها دارند که سختمان وسازمانده انها متفاوت است.به این صورت که با قطع برق حافظه آن پاك مي وبا توجه مکانیزم الکتریکي صورت مي گیردو همانند EPRAMها پاك شدن برنامه توسط اشعه ماورائ بنف نمي باشد که داري هزینه زیادي است و زمان مصرف درمقایسه با EPRAM ها کمتراست .سطح اشغال فضا دوبرابر EPRAMها مي باشد.

: FLASH



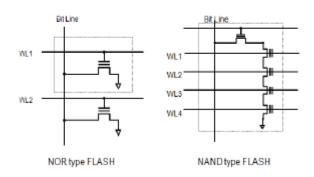




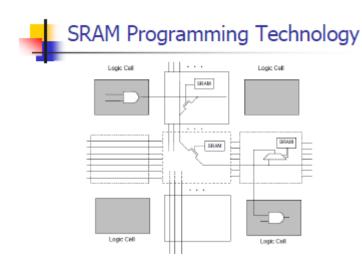


تكنولوژي FLASH مشابه سلولهاي EEPRAMها مي باشد.سلولهاي فلش از دو ترانزيستور تشكيل شده انتخاب وذخيره كننده ومشابه EEPRAM ها از تابع Wired-AND پياده سازي شده اند.ترانزيستور ذخيره كننده در اين تكنولوژي از نوع FAMOS است بنابراين برنامه ريزي گيت شناور با مكانيزم hot electorn injection انجام مي شود . اما گيت هاي شناور به يك ترانزيستور پاك كننده كه بار الكتريكي ان را با استفاده ازمكانيزم tunneling پاك كننده كه بار الكتريكي ان را با استفاده ازمكانيزم

Flash Based Technology

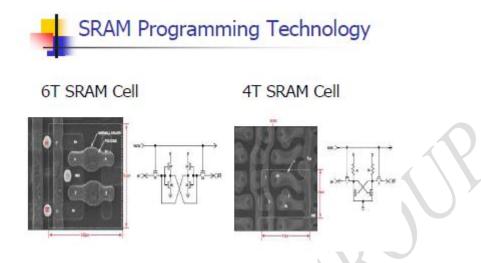


:SRAM



از سلول حافظه به دو گونه استفاده می شود. در روش اول از یک سلول حافظه ی موقت برای کنترل روشن یا خاموش بودن یک ترانزیستور (CMOS PASS GATE) استفاده می شود . یعنی خروجی سلول را به گیت این ترانزیستور متصل می کنند .در روش دوم با اتصال خروجی های سلول حافظه به ورودیهای انتخاب یک مالتی پلکسر مشخص می کنند که کدامیک از خطهای ورودی مالتی پلکسر به خروجی متصل می شود. این روش از یک ضعف رنج می برد که باید هر بار که برق سیستم قطع می شود مجدد محتوای سلولهای حافظه نوشته شود که این کار نیاز به این دارد که برق سیستم قطع می شود مجدد محتوای سلولهای حافظه نوشته شود که این کار نیاز به این دارد که گذاشته شود تا هر بار موقع روشن شدن اطلاعات خودش را از روی آن بخواند (گذاشته شود تا هر بار موقع روشن شدن اطلاعات خودش را از روی آن بخواند (عمل BOOT). مشکل دیگر این روش حجم زیادی است که سلول حافظه به خود اختصاص می دهد . زیرا یک سلول حافظه نیاز به ۵ یا ۶ ترانزیستور دارد ولی در عین حال اختصاص می دهد . زیرا یک سلول حافظه نیاز به ۵ یا ۶ ترانزیستور دارد ولی در عین حال

تكنولوژي قابل برنامه ريزي SRAM:



در این روش برای کنترل سوئیچ ها ازترآنزیستور سلول های SRAM استفاده می شود هر ترانزیستور به وسیله یک سلول SRAM کنترل می شود . برنامه ریزی سوئیچ ها با مقداری دهی به این سلول ها انجام می شود معمولاً مقدار یک ترانزیستور روشن و مقدار صفر آن را خاموش می کند ساختار و کاربرداین نوع سوئیچ ها متفاوت است .

انواع سوئيچ مبتنى برSRAM

نقطه شكست:

سمبل	ساختار	نوع سويچ
<u>A</u> <u>B</u>	B CH A	نقطه شکست Break Point

یک ترانزیستور که یک رشته سیم را به دو بخش تقسیم کرده

در صورتی که ترانزیستور روشن شود یک سیم یک تکه خواهیم داشت.

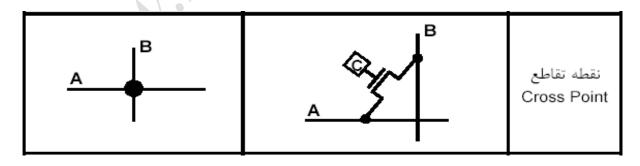
به هر تکه سیم یک Segment گویند

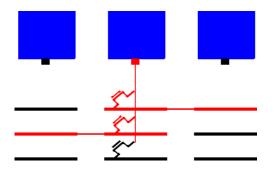
به چند تکه سیم که در یک خط راست قرار گرفته یک Track گویند

نقطه تقاطع:

یک ترانزیستور که امکان اتصال دو رشته سیم متقاطع را فراهم مي کند

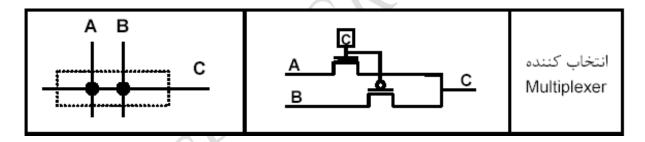
در صورتی که ترانزیستور خاموش باشد دو رشته سیم از روی هم عبور کرده اند





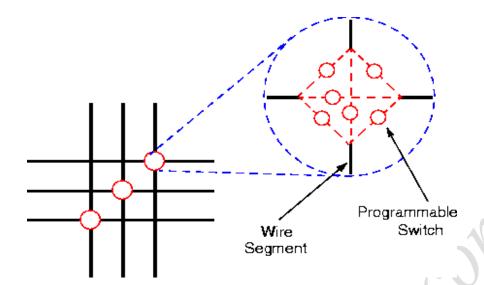
انتخاب كننده:

و امکان این سوئیچ در واقع یک انتخاب کننده ۲ به یک است می توان انتخاب کننده با ابعاد بزرگتر را نیز نوعی سوئیچ تلفیقی کرد در این صورت برای انتخاب به تعداد بیشتری سلول SRAM نیاز است . انتخاب کننده ها علاوه بر منابع اتصالی در بعنوان عناصر مدار در بلوک های منطقی جهت پیاده سازی توابع نیز به کار می روند. دو ترانزیستور که با یک سلول ولی بطور معکوس، کنترل می شوند امکان اتصال یکی از دو رشته سیم را به رشته سیم سوم فراهم می کنند انتخاب کننده با ابعاد بزرگتر را نیز نوعی سوئیچ به تعداد بیشتری سلول SRAM نیاز دارد



همه سویه:

چهار قطعه سیم از چهار جهت به یک سویچ همه سویه میرسند.شش عدد ترانزیستور که هر کدام با یک سلول SRAM کنترل می شوند هر یک بطور مستقل می توانند وصل یا قطع باشند به این ترتیب سویچ همه سویه حالات مختلفی داشته باشد



نتيجه:

مقايسه تكنولوژي هاي مختلف ساخت منابع اتصالي

Name	Re-Programmable	Volatile	Technology
Fuse	no	no	Bipolar
EPROM	yes out of circuit	no	UVCMOS
EEPROM	yes in circuit	no	EECMOS
SRAM	yes in circuit	yes	CMOS
Antifuse	no	no	CMOS+

مقایسه بین سه سوئیچ مختلف