

آشنایی با نقشه طراحی یک نانو سنسور

حامد عقیلی¹

عضو رسمی باشگاه پژوهشگران جوان تبریز

دانشجوی کارشناسی ارشد الکترونیک دانشگاه آزاد اراک

کارشناس مهندسی الکترونیک مرکز تحقیقات مهندسی استان آذربایجان شرقی

Engineer_Aghili @ Yahoo.Com

چکیده:

این مقاله طراحی ساختار چینش یک نانو سنسور بویایی را توصیف می کند که برای سرعت بالا و دقت بالا می باشند. یک تراشه ساده با مراحل (PES) در طراحی موازی عظیم که هر PE، بطور مستقیم با هفت سنسور ارتباط پیدا می کند. نرخ نمونه برداری 100 نانوسنسور برای تشخیص دادن سرعت بالا Feedback در این بینی الکترونیکی کافی است. کاربرد آن در صنایع نظامی و صنایع نانو الکترونیک و شیمیایی می باشد.

کلمت کلیدی: نانو سنسور، بینی الکترونیکی، ، A2D، VLSI،

¹ -پژوهشگر نمونه سال 83 کشور در بخش دانشجویی

مقدمه :

یک موضوع مهم در تحقیقات سنسورها، ایده آرایش سنسورهایی است که بوها را تشخیص بدهند این سنسورها بینی‌های الکترونیکی نامیده می‌شوند استفاده از بینی‌های الکترونیکی موضوع مهمی است که در ثبت انتشار گازهای خطرناک بکار می‌رود. شکل‌های اولیه سنسورهای شیمیایی که پایه سیلیکونی دارند، امروزه در سراسر آزمایشگاه‌های تحقیقاتی در حال تکمیل شدن هستند در عرض 10-15 سال گذشته این آرایه‌ها بصورت موفقیت‌آمیزی نوشیدن الکل را از تنفس انسانها تشخیص می‌دهند و همچنین المانهای اجزاء مختلف گازهای خروجی اتومبیل‌ها را مشخص می‌کنند. در حال حاضر سنسورهای سیمی در اندازه نانو وجود دارند. هدف این است که یک سنسور سیمی نانو را توسعه بدهیم که با صرفه‌بوده و در یک تراشه الکترونیکی جمع شود و از تکنولوژی پیشرفته *VLSI* بهره مند گردد.

چندین جزء یک بینی مصنوعی وجود دارد که می‌تواند شناسایی شود. که عبارتند از:

تولید سنسورها، آرایش سنسورها، طراحی مدارهای تبدیل کننده A/D برای انتقال علامتهای حس شده، طراحی مدارهای تشخیص دهنده سیگنالها و همچنین تشخیص دادن الگوهای مختلف (منظور بوهای مختلف)، فقط یک دید کلی از نانو سنسورهای سیمی و فرآیند مونتاژ آن را در بخش II می‌دهیم. این مقاله بر روی مدارهای تشخیص بوهای مختلف که برای تفسیر سیگنالهای ارسالی از نانو سنسور سیمی بکار می‌رود تمرکز می‌کند.

بخش I: یک مقدمه مختصر راجع به آرایش نانو سنسورهای سیمی می‌دهد.

بخش II: چگونگی کار مدار A/D را شرح می‌دهد.

بخش III: راجع به جزئیات طراحی آرایش سنسورهای نانو پیشنهادی است.

1. سیستم نانو سنسورهای سیمی:

در حالیکه اصول سنسورهای حالت جامد می تواند برای حس کردن گازها بکار می رود. در این مقاله از اصل تغییر مقاومت مثلاً مقاومت سیستم بر اثر گازهای مورد آزمایش استفاده شده است.

در این بخش ما به شیمی سنسورهای مقاوم در تغییر شیمیایی می پردازیم. امروزه پلیمرهای هادی رشد کرده اند و در کنار فلزات بسیار هادی مانند طلا قرار گرفته اند طول پلیمرها در مقیاس نانو می باشند. حساسیت مقاومت پلیمرهای هادی به غلظت گازها در حس کردن محیط زیست بستگی به جذب سطحی گاز روی سطح سنسور دارد.

سطح و نرخ جذب سطحی با دما و همچنین با غلظت گازها تغییر می کند در یک غلظت متوسط مقاومت با غلظت گاز به شرح زیر ارتباط دارد:

$$R_s = \frac{1}{AC^\alpha}$$

که در آن R_s مقاومت پلیمر و C غلظت گاز و A و α اعداد ثابت می باشند.

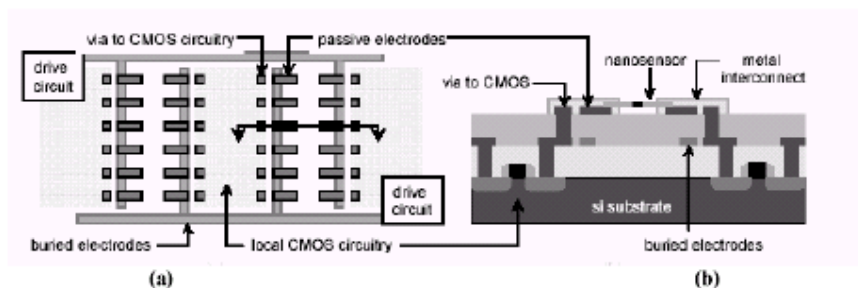


Figure 1: (a) Top view of nanosensor array with silicon CMOS circuitry (b) cross-sectional diagrams [11]

ثابتهای A و α با نوع گاز و دمای سنسور تغییر می کند برای مثال هادی بودن پلیمر از $0/2-60 \text{ s/cm}$

تغییر می کند. ما فرض می کنیم که دما در نقطه کاری سنسور ثابت مانده است $T=300$ الی 400° و ما روی

غلظت گاز مورد نظر تمرکز می کنیم. وجود گاز را تشخیص دهیم. برای سنسورهای شیمیایی در مقیاس نانو

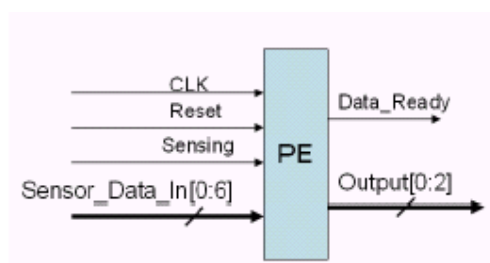
مزیت های بیشتری نسبت به مقیاس ماکرو وجود دارد. سنسورهای نانو می توانند هزینه کمتر و دقت بیشتری

داشته باشند. سنسورهای نانو می‌توانند بصورت انبوه تولید شده و سپس در یک مدار سیلکونی با آرایش‌هایی مونتاژ شوند در این صورت هزینه تولید مدارها حداقل خواهد شد. در مورد سنسورهای در مقیاس ماکرو هزینه‌ها بالاست.

II. آرایش نانو سنسورهای سیمی :

برای آرایش سنسورهای ماکروسکوپی سیگنالهای آنالوگ ایجاد شده بوسیله هر سنسور. به سیستم دیجیتالی با استفاده از برگردان تفکیک بالای آنالوگ (ADC) به دیجیتال تبدیل شده و داده‌های خام سنسورها به واحد پردازش مرکزی فرستاده می‌شوند (شکل 4)، برای تشخیص الگو که بطور برجسته‌ای تکمیل می‌شود و توسط نرم‌افزار، این راه‌حل امکان‌پذیر می‌باشد برای آرایش سنسورهای ماکروسکوپی سایز و اندازه آرایه به این سطح محدود است به هر حال این سیستم قابل تبدیل به مجموعه بزرگی نیست که شامل صدها یا هزاران سنسور باشد. زیرا سیستم شمارنده، مستقیماً متناسب است با دو چیز:

تعداد سنسورهای روی تراشه و تفکیک $A2D$ ها .



شکل 4

بعنوان مثال در شکل 5 یک آرایه سنسور تراشه الکترونیکی با هوش که مجموعه بصورت منفرد قابلیت سنس گرما بصورت *digital interface* (داده‌های دیجیتال) با چهار سنسور و شدت جریان تکمیلی در یک تراشه با سطح 7×7 میلی‌متر مربع جمع شده را نمایش می‌دهد. داده‌های دیجیتالی تقریباً 10٪ سطح کل تراشه را شامل می‌شود.

شکل 5

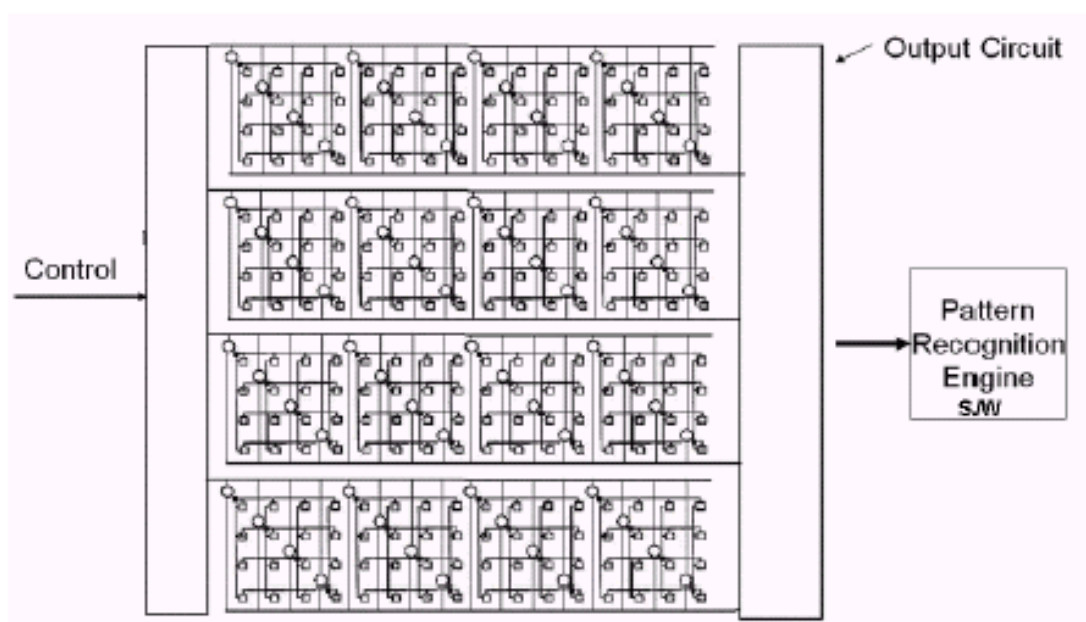


Figure 5. Structure of the whole chip

با صدها و هزاران نانو سنسور تفکیکی می توان تعداد زیادی از ADC ها را کاهش داد.

در شکل 2(a)، یک (bit) تفکیکی ADC نشان داده شده است. ما در اینجا از آرایه سنسور ها استفاده

کرده ایم. مدار از دو بخش تشکیل یافته است. یک جریان وارد شده به نانو سیم (I_{in} وارد شده) و جریان

رفرنس (I_{ref})

توسط دستگاهی

مقایسه می شود.

شکل 2(a)

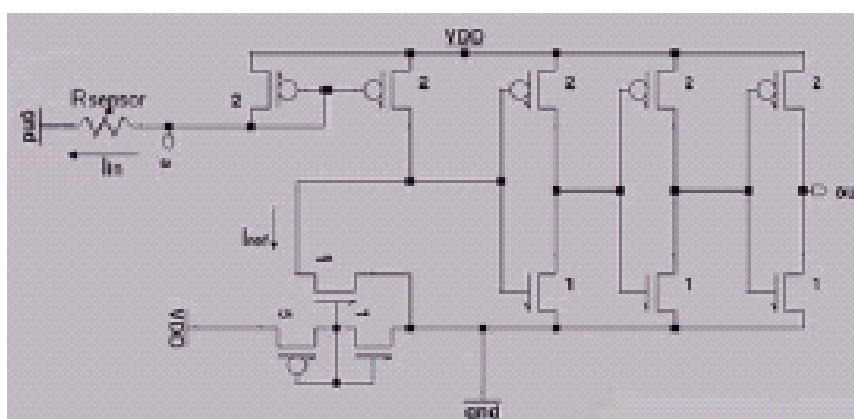
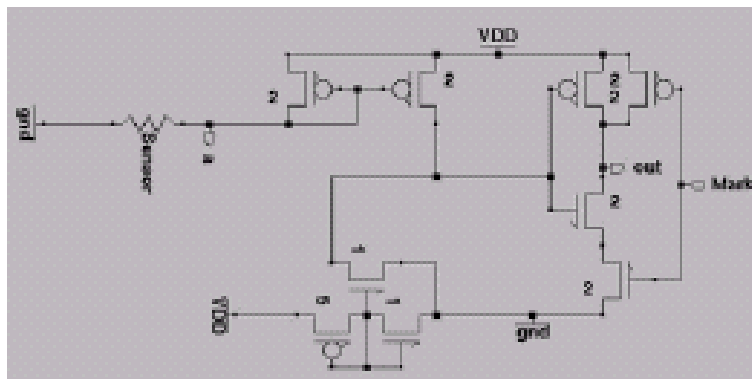


Figure 2: (a) Current comparator as readout circuit

اگر مقاومت نانو سنسور بالا رود سیگنال خروجی افزایش ناگهانی می‌یابد که نتیجه آن این است که گاز مورد هدف نمایان شده است. سیگنال I_{in} می‌تواند بطور هماهنگ با I_{ref} توسط آمپلی فایر مقایسه شود. تغییر کنونی مقاومت (R) در حضور گاز بطور فاحشی بیشتر از مقاومت اولیه (R_{sensor}) در نانو سنسور می‌باشد. برای مثال ما می‌توانیم نانو سنسوری با مقاومت پایه $3K$ طراحی کنیم که $300K \Delta R$ است. با این تغییر فاحش در مقاومت سیگنال خروجی قوی‌ی خواهیم داشت شکل (2b).



(b) Improved readout circuit

شکل (2b)

ما می‌توانیم به راحتی اندازه ترانوسیستور و I_{ref} را کنترل کنیم. طراحی شدت جریان بستگی به طراحی نانو سیم دارد.

III. جزئیات طراحی :

مجموعه PE ها و نانو سنسورهای سیمی بر روی یک تراشه سنسور عملی که در واقعیت قابل استفاده است را ایجاد می‌کند. این طراحی جدید $NANSeA$ نامیده می‌شود. ($Nano\ wire\ Sensor$) $Array$ در زیر جزئیات طرح معرفی شده است در شکل (6)

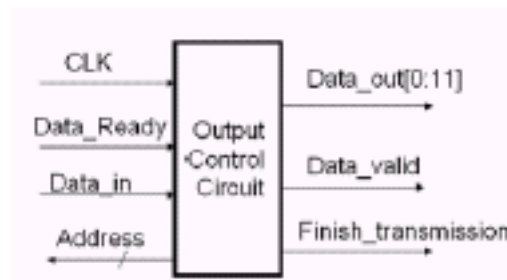
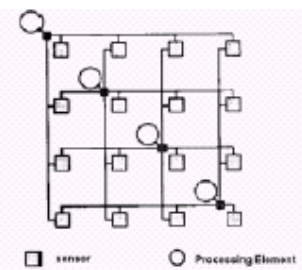


Figure 6: Structure of the output circuit

شکل (6)

هدف طراحی *orthogonal memory access* می‌باشد. این تشکیلات کاهنده *Mesh*

(*RMOT*) نامیده شده است. در اینجا *RMOT* ما دارای 4 عدد *PE* می‌باشد که در شکل (3) نشان داده شده است.



شکل (3)

در شکل (3) ما یک نانو سنسور سیمی 4×4 تهیه نموده‌ایم. تعداد *PE* چهارتاست. *PE*ها در طول

آرایه سنسور دیجیتالی جاگذاری شده‌اند، *PE* اضافه می‌شود به *I* آمین شدت جریان خام در *I* آمین ستون.

مزیت این تشکیلات این است که در سطح مورد نظر سنسورهای تحریک شده شناسایی می‌شوند (در شکل

10).

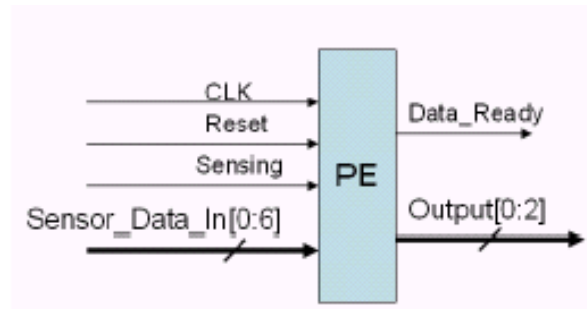
X	X	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
X	1	1	X

Figure 10: sensor value

شکل 10

هر PE در $NANSEA$ 1-7 سنسور متصل بهم را می شمرد. در شکل (4) دیاگرام PE نشان داده

شده است.



سیگنالهای $Reset$ و $Sensing$ از کنترل لاجیک دریافت می شود. PE ها وقتی که گاز نمونه در

محیط احساس می شود شروع به پردازش میکنند. بطور مثال در $sensing=1, Reset=0$ هر PE با

$out\ put$ هر یک از 7 سنسور موجود ارتباط می یابد.

ساختمان کلی تراشه:

شکل دیاگرام تراشه از در شکل (5) نشان داده شده است. $RMOT4$ 10 4×4 می باشد هر PE

بطور مستقیم به کنترل لاجیک و شدت جریان خروجی ارتباط دارد. کد اطلاعاتی (سیگنالهای $Reset$,

$Sensing$) از pin های خروجی به همه PE ها انتقال داده می شود. $3-bit$ از داده ها از همه PE ها در هر

$RMOT4$ به جریان خروجی انتقال می یابد.

در طی هر CLK ساعت 12 bit از داده ها انتقال می یابد. اگر عدد $RMOT4$ در سیستم موجود

باشد. کل انتقالات n بار می باشد. جزئیات خروجی کنترل لاجیک در بخش بعدی نشان داده شده است. و

این انتقالات در نرم افزار می باشد.

شدت جریان خروجی:

هر PE اطلاعات عظیمی در این فرآیند موازی ایجاد می‌کند. اگر داده‌های منتج از هر PE بطور همزمان از Pin های خروجی داده شود ما مشکل تداخل خواهیم داشت. برای سیستم ما، هر PE دارای 3 bit از نتایج پردازش شده می‌باشد. کل PE ها در این سیستم برابر $4 \times 4 \times 4 = 64$ می‌باشد بنابراین 192 bit برای خروج یا انتقال به بیرون نیاز است. از آنجائیکه الگوریتم تشخیص نمونه در زیر مورد بحث قرار گرفته است می‌تواند در متر $pipeline$ به اجرا در بیاید. شکل (6) شدت جریان خروجی بعد پردازش کردن در PE را نشان می‌دهد.

مراجع:

[1] Albert K.J ,Lewis N.S.,Schauer C.Lsotzing,G.A.,Stitzel S.E

“ Cross-reactive chemical sensor arrays “ *Chem Rev*2000 Jul 12

[2]A.J.Matzger,C.E.Lawrence,R.H.Grubbs, & N.S.Lewis. Combinatorial approaches to the symthesis of vapor detector arrays for use in an electronic noise ,*J.Comb.Chem.*,2000,2,30

[3] <http://WWW.cse.psu.edu/~nansea/documents/slides> from
H.Prakasam and Professor T.Mayer