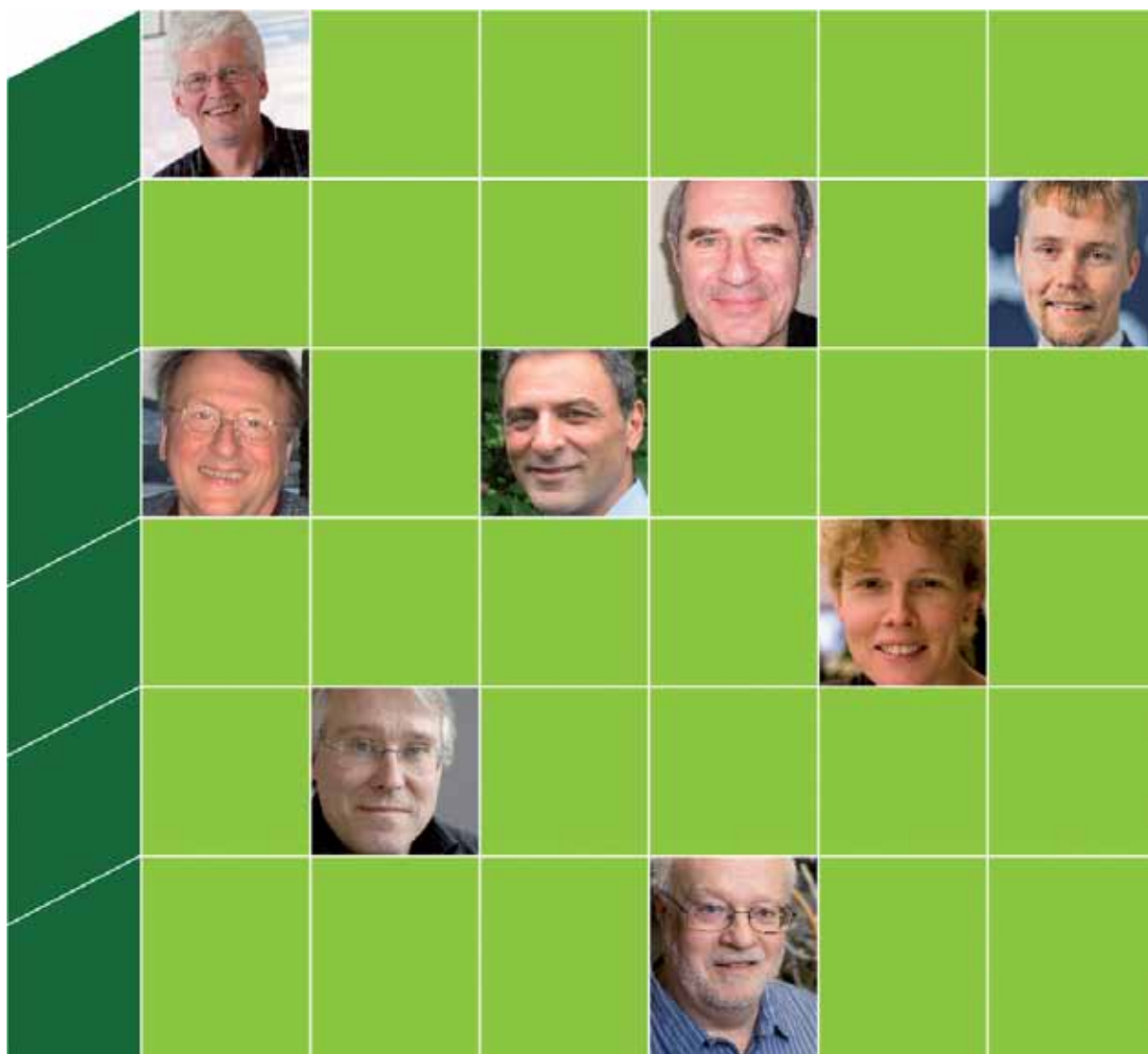




VINNOVA INFORMATION
VI 2012:13

BANBRYTANDE IKT

PROJEKTKATALOG



Titel: Banbrytande IKT - Projektkatalog
Serie: VINNOVA Information VI 2012:13
ISSN 1650-3120
Utgiven: September 2012
Utgivare: VINNOVA - Verket för Innovationssystem
Diarienummer: 2009-02196

Omslagsbild: Anders Gunér

VINNOVA stärker Sveriges innovationskraft för hållbar tillväxt och samhällsnytta

VINNOVA är Sveriges innovationsmyndighet. Vår uppgift är att främja hållbar tillväxt genom att förbättra förutsättningarna för innovation och att finansiera behovsmotiverad forskning.

VINNOVAs vision är att Sverige ska vara ett globalt ledande forsknings- och innovationsland som är attraktivt att investera och bedriva verksamhet i. Vi främjar samverkan mellan företag, universitet och högskolor, forskningsinstitut och offentlig verksamhet. Det gör vi genom att stimulera ökat nyttiggörande av forskning, investera långsiktigt i starka forsknings- och innovationsmiljöer och genom att utveckla katalyserande mötesplatser. VINNOVAs verksamhet är även inriktad på att stärka internationell samverkan. Vi fäster stor vikt vid att samspela med andra forskningsfinansierare och innovationsfrämjande organisationer för större effekt. Varje år investerar VINNOVA ca 2 miljarder kronor i olika insatser.

VINNOVA är en statlig myndighet under Näringsdepartementet och nationell kontaktmyndighet för EU:s ramprogram för forskning och utveckling. Vi är också regeringens expertmyndighet inom det innovationspolitiska området. VINNOVA bildades 1 januari 2001. Vi är drygt 200 personer och har kontor i Stockholm och Bryssel. Generaldirektör är Charlotte Brogren.

I publikationsserien **VINNOVA Information** publiceras informations- och presentationsmaterial som beskriver VINNOVAs verksamhet. Det kan röra sig om programskrivningar, projektkataloger, seminariedokumentation, verksamhetsberättelser etc. I denna serie kan även strategiskt viktiga remissvar, regeringsuppdrag, verksamhetsplanering eller andra dokument som återger VINNOVAs synpunkter och policymässiga ställningstaganden förekomma.

Banbrytande IKT

Projektkatalog

Förord

100 miljoner kronor satsades på banbrytande informations- och kommunikationsteknik – här är resultaten

I en VINNOVA-satsning finansierades år 2008 tio banbrytande tekniska lösningar inom informations- och kommunikationsteknologi med 100 miljoner kronor. Projekten handlar bland annat om optisk kommunikation, avancerad multimediateknik för vårdsektorn och trådlösa sensornätverk.

Satsningen ”Banbrytande IKT” finansierade utvecklingen av banbrytande tekniska resultat inom inbyggda system, programvara och hårdvara. Projekten är nu slutförda. På sikt, c:a år 2016, förväntas projekten ge framgångsrika kommersiella lösningar för den svenska systemindustrin. Arbete pågår nu med att hitta partners och finansiärer utanför VINNOVA som brygger från projektens resultat till vidare kommersialisering. Sammanlagt finansierades tio projekt med 100 miljoner kronor under 2008-2010. Urvalet gjordes i nära samarbete med ett stort antal företrädare från industri och akademi. Totalt ansökte 90 projekt om cirka 800 miljoner kronor.

VINNOVA har efter projektens start inom ramen för utlysningen arrangerat årliga workshops. VINNOVA har även bjudit in till en slutkonferens i form av en workshop. Syftet med konferensen är att rapportera projektens resultat, samt att attrahera partners för vidare utveckling av projektresultaten så att de motsvarar utlysningens syfte. Avsikten med konferensen är även att diskutera och dela erfarenheter. Inbjudna till slutkonferensen är de bedömare som deltog i bedömningsprocessen samt projektledare och programråd.

Denna broschyr är tänkt som ett medel att presentera och sprida projektens resultat i kortfattad text och bild.

VINNOVA i september 2012

Cecilia Sjöberg
Avdelningschef Tjänster & IKT

Ulf Öhlander
Handläggare

Innehåll

Ultra-Low-Power Embedded Wireless Systems for RF Medical Telemetry and Telehealth - Ultra Låg-Effekt Inbyggda Trådlösa System för Medicinsk Telemetri och Televård.....	7
iStreams – skalbar sökning i strömmande mätdata	8
Funk-IS - Funktionshöjande teknik för inbyggda system med tillämpning inom avancerade medicinska processer	9
Quantum cascade lasers for telecommunication - Kvantkaskadlasrar för telekommunikation.....	10
Plattform för MMIC baserade THz system	11
reSENSE	12
Trådlös kommunikation för reglersystem	13
Avancerade optiska kommunikationsteknologier för access och transport.....	14
Högtemperaturrelektroniska system helt i kiselkarbid för elektriska fordon.....	15
Elektronisk biomolekylsensor.....	16

Ultra-Low-Power Embedded Wireless Systems for RF Medical Telemetry and Telehealth

- Ultra Låg-Effekt Inbyggda Trådlösa System för Medicinsk Telemetri och Televård

CONTACT INFORMATION

Atila Alvandpour, Professor, Linköping University, Atila@isy.liu.se, +46 708 485818

DESCRIPTION

Throughout this project, we have developed and demonstrated several innovative solutions for energy-efficient radio transceiver frontends and ultra-low-power Analog-to-Digital converters (ADCs), supporting future medical implant devices as well as a host of other portable and mobile applications. Several prototype chips have been fabricated in nano-scale CMOS technologies, and the measurement results have been published in some of the prestigious international journals and conferences in field. Furthermore, the obtained solutions and results have been shared with the industry partners of the project, such as Zarlink, St. Jude Medical, ERICSSON, as well as Kapsch TrafficCom.

VALUE PROPOSITION

The project has created and offers now a highly specialized know-how for design of ultra-low-power, system-on-chip RF, analog and mixed analog-digital integrated circuits. Particularly, we have innovative solutions for:

- Energy-efficient Radio transmitter front-ends, including DACs, RF modulators and CMOS Class-D out-phasing radio power amplifiers.
- Low-power, low-cost radio with asynchronous wakeup functionality for medical implant devices, and other low-power wireless sensors, RFID cards, portable tool systems, etc.
- Low-frequency ADCs with resolutions of 10-14 bits with state-of-the-art low power consumption in nano-Watt range for medical implant devices such as pacemakers.

BACKGROUND AND OBJECTIVES

Aiming for improved patient care and reduced healthcare costs, future medical implant devices target increasingly advanced data acquisition system, digital signal processing, and wireless communication intelligence for remote monitoring of patient health. Here, the key challenge is power consumption which must be extremely low to allow operation of such devices with a small non-rechargeable battery for very long time (e.g. up to 10 years for modern pacemakers). In addition, there are many other emerging applications which must meet extremely low power budgets such ultra-low-power wireless sensors, RFID tags, etc.

The objective of this project has been to develop innovative system-on-chip solutions for energy-efficient radio transceiver frontends, ultra-low-power data converters, and other related challenging building blocks

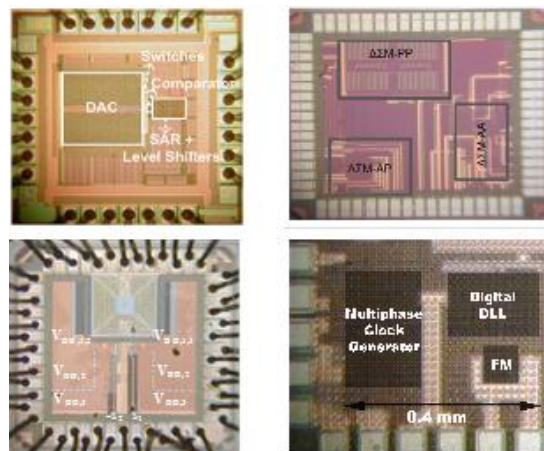
for medical implant devices as well as for other ultra-low-power applications.

RESULTS

The project has resulted in several innovative ultra-low-power wireless and mixed analog-digital circuit technologies, verified and demonstrated by more than 8 IC prototype chips in CMOS technology. A few highlights are:

- Several energy efficient RF CMOS class-D power amplifier technologies for wireless transmitters in medical implant devices, as well as for small radio base-stations and low-power wireless sensors, in collaboration with ERICSSON and Zarlink Semiconductors, with financial support from the companies.
- An innovative wake-up radio receiver for ultra-low power sensors, RFID cards. Currently being designed for an industry application in collaboration with Kapsch TrafficCom AB, with financial support from Kapsch.
- A 53-nW (lowest reported for such ADCs) 9.12-ENOB 1-kS/s SAR ADC in 0.13- μ m CMOS, as well as a novel OTA-less 2nd order sigma-delta modulator with the best reported energy-efficiency (FOM) of 0.29 pJ/step, both for medical implant devices (e.g. pacemakers) in collaboration with Zarlink semiconductor and St. Jude Medical.

Innovative low power on-chip clocking techniques in collaboration with Intel USA, with financial support from Intel.



Examples of the prototype chips designed and fabricated during the project

iStreams – skalbar sökning i strömmande mätdata

DELTAGARE, KONTAKTUPPGIFTER

Tore Risch, Uppsala universitet

Lennart Karlsson, Luleå Tekniska Universitet

BESKRIVNING

iStreams-projektet syftar till att utveckla ett generellt mjukvarusystem för att effektivt övervaka, filtrera, utvinna information ur och analysera stora dataströmmar från olika sorters industriell utrustning. Ett distribuerat så kallat dataströmhanteringssystem (DSMS) har utvecklats för att möjliggöra specifikation och skalbar exekvering av frågor och beräkningar över sådana strömmar. Reducerade och transformerade data levereras för närmare analys av experter och mjukvara lokaliserade på distans från utrustningen. Filter och beräkningar uttrycks som så kallade "stående frågor", vilka kontinuerligt söker i strömmarna. DSMS:et gör det möjligt att skalbart utföra de stående frågorna och mer eller mindre dyrbara beräkningar på olika platser, inklusive i och nära själva utrustningen, vid centrala analysklusterdatorer, och på nätuppkopplade persondatorer.

VÄRDEERBJUDANDE

Projektets värdeerbjudande är mjukvara för avancerad och skalbar sökning och analys av stora strömmande datamängder. Sådan mjukvara är av stor betydelse inom

många tillämpningsområden i dagens uppkopplade värld där alltmer utrustning kan nås via Internet.

BAKGRUND OCH SYFTE

Det finns ett ökande behov av att kontinuerligt samla och analysera mätdata från olika tekniska system för övervakning, diagnos, feldetektering och handhavande-analys. Modern kommunikationsteknologi (Internet of Things) möjliggör tillgång till sådana data från snart sagt alla sorters utrustning. Eftersom datavolymen därmed ökar kraftigt krävs nya sorters högpresterande sökmotorer för att filtrera och analysera stora dataströmmar i realtid.

Syftet med iStreams-projektet är att utveckla en state-of-the-art dataströmsökmotor, ett generellt DSMS som kan analysera mycket stora mängder mätdata i realtid. Systemet utvärderas på industriella data från utrustning i skarp drift i samarbete med ledande svensk industri.

Funk-IS - Funktionshöjande teknik för inbyggda system med tillämpning inom avancerade medicinska processer

DELTAGARE, KONTAKTUPPGIFTER

Kristina Groth, forskare och lektor i människa- datorinteraktion, KTH & Karolinska Universitetssjukhuset

Åke Walldius, forskare och lärare i människa- datorinteraktion, KTH

BESKRIVNING

Projektet har fokuserat på tekniker som möjliggör att rätt information finns tillgänglig vid rätt tillfälle under en vårdkedja och att information visas på ett överskådligt sätt med stöd för interaktion. Teknikerna ska underlätta beslutsfattande under vårdkedjan för svåra sjukdomar i övre delen av buken. Vi har utforskat och utvecklat tekniker för användning i samband med utvärdering av digital information (radiologibilder, journaldata, labbdata m m) inför beslut om behandling, som förberedelse inför operation och i samband med utbildning och träning inför kommande moment.

VÄRDEERBJUDANDE

Bättre stöd för beslut och arbetsprocess under vårdkedjan ökar patient-säkerheten och förkortar vårdtiden genom att skapa bättre underlag kring och överblick över patientens tillstånd.

BAKGRUND OCH SYFTE

Specialisering av vård skapar ett ökat behov av samarbete mellan medicinska discipliner, vilket är viktigt då multidisciplinära vårdteam kan minska antalet felbedömningar inom vården. Tekniska framsteg möjliggör möten på distans vilket i sin tur underlättar samarbetet. Ytterligare behov av tekniska lösningar finns för att stödja samarbete i vården, t ex för att tillgängliggöra och arbeta med digital information.

Under det att patienten vårdas för en specifik sjukdom lagras information i olika källor. Vid olika tillfällen i vårdkedjan är återanvändning av information nödvändig, t ex för att fatta beslut om behandling och inför operation mm, men det är en ytterst liten del av informationen som är relevant vid dessa tillfällen. Information presenterad som text ger dålig överblick över patientens status. Vår prototyp för överblick av patientstatus skapar en temporär arbetsyta där relevant information finns tillgänglig och visualiseras på ett överskådligt sätt under olika moment i vårdkedjan.

RESULTAT

Vi arbetade i början av projektet med två prototyper: en med fokus på multimodala gränssnitt för utvärdering av radiologisk information och en med fokus på informationsvisualisering och -tillgänglighet, Arbetsjournalen. Vi valde att arbeta vidare med den andra

prototypen då potential för kommersialisering av denna bedömdes som högre.

Arbetsjournalen består av en tidslinje (bild 1) som ger en lättillgänglig överblick över de patienter som finns i en specifik vårdkedja, vilken fas i vårdkedjan patienten befinner sig i och vad patienten ska genomgå härnäst. För varje patient finns sedan en översiktsvy (bild 2), en radiologivvy och en beslutsvy (bild 3) från vilka användaren kan få en överskådlig bild över patientens status. Prototypen har under projektets gång utvärderats med kirurger och radiologer i deras egen miljö. Dock har den inte använts i skarp miljö eller integrerat med existerande informationskällor, då detta kräver större arbetsinsatser från sjukhusets sida vad gäller struktur i journal-system och standardiserade gränssnitt för åtkomst av information i journalsystem mm.

Som ett led i en vidare eventuell kommersialisering kommer en del av prototypen – tidslinjen – att integreras med existerande informationskällor och utvärderas i skarp användning med avseende på bl a affärsnytta och verksamhetsnytta.

SUMMERING

Genom interaktionsdesign och användarcentrerade metoder har vi skapat ett beslutstöd för olika moment i vårdkedjan. Utvärderingar som gjorts under projektet visar på en tydlig kommersialiseringspotential. Vidare undersökning av möjlighet till kommersialisering kräver integration med existerande informationskällor, vilket i sin tur kräver större anpassningsinsatser.



Bild 1: Tidslinje

Bild 2: Översiktsvy

Bild 3: Beslutsvy

Quantum cascade lasers for telecommunication - Kvantkaskadlasrar för telekommunikation

CONTACT INFORMATION

Thorvald Andersson, thorvald.andersson@chalmers.se

DESCRIPTION

Short wavelength infrared (IR) laser sources have a large potential for several photonic applications. The goal of our project is to fabricate the first quantum cascade laser (QCL) for short wavelength infrared (IR) emission ($\lambda < 4 \mu\text{m}$) using III-nitrides such as GaN and AlN. The working principle for the quantum cascade laser is similar to the principle for the conventional interband laser with one crucial exception; the physical emission process takes place solely in the conduction band (as opposed the conduction- and valence bands in standard interband devices). Thin semiconductor layers confine electrons to two dimensions. The energy transition which results in light emission, takes place between intersubband states. The advantages include short wavelength emission, high intensity, no p-contacts since QCLs are unipolar devices, a narrow emission linewidth, emission that is temperature stable and robust (no cooling needed), fast on-off switching, no chirp (no shift at on-off transition) and an emission wavelength that is tunable.

VALUE PROPOSITION

The suggested QCLs can offer a value to both established and new applications in photonics. As short-wave QCLs are to be fabricated, new application areas are expected as soon as a laser is realised (similar to the progress of existing mid-IR QCLs). Apart from data transmission and telecommunication in standard fibre, QCLs can be used for transmission in plastic fibres and for free space communication (transmission windows at ~ 1.7 , ~ 2.2 and $3.3\text{-}4 \mu\text{m}$). Such devices may have use as light sources in near-IR. Another application is for spectroscopy. Within the short-wave IR range we can monitor small molecules (C_2 , CO , H_2O , CO_2 , etc.) and molecule fragments. Due to the tailor-making of the wavelength we can detect traces ($< \text{ppb}$) of molecules in gases or liquids. In security applications it can be used for detection of explosives and drugs. For military purposes there are new needs for communication and counter measures to deviate incoming missiles. In medical diagnostics we have detection and monitoring of biomarkers.

BACKGROUND AND OBJECTIVES

The QCL project started 2008 at MC2, Chalmers, involving three research groups working with epitaxial growth and characterisation, theory and modelling and photonics respectively.

- Epitaxy - Thorvald Andersson and Tommy Ive

- Theory - Per Hyldgaard and Kristian Berland
- Photonic device - Anders Larsson and Martin Stattin
- Consulting – Federico Capasso, Harvard

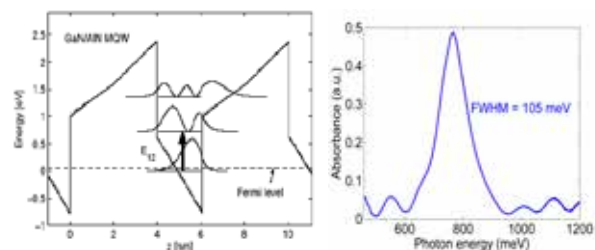
Our objective is to study the growth and physics of AlGaIn/GaN heterostructures for QCL applications. The ultimate goal is to develop epitaxial material by molecular beam epitaxy (MBE) and use advanced theoretical modelling for the design and fabrication of QCLs. The target emission wavelength is between 1.55 and $4 \mu\text{m}$. Professor Federico Capasso at Harvard is one of the original inventors of the first QCL. We are proud to have Prof. Capasso as a valued co-worker in our project.

RESULTS

Challenges related to both the scientific/technical aspects and the commercial perspective, were targeted. The project was divided into key work packages such as modelling, growth and device processing. The commercialization of the QCL was selected in a fierce competition with other proposals to become an official project at the Chalmers School of Entrepreneurship. The components of the laser structure such as single and double barriers and multiple QWs have been modelled and grown by MBE. We have learned how to calculate the performance of the laser chip with respect to the physical device shape, and size. Optical confinement was also studied. In addition, the development of a fabrication scheme for processing and contact formation has been initiated.

SUMMARY

The project has identified and developed the key steps from calculations of QCL quantum structure to industrial entrepreneurial interests and collaboration as soon as a device is fabricated.



AlN/GaN QW with energy states and the absorption peak for such a structure

Plattform för MMIC baserade THz system

DELTAGARE, KONTAKTUPPGIFTER

Herbert Zirath, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg, herbert.zirath@chalmers.se

Jan Stake, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg, jan.stake@chalmers.se

BESKRIVNING

Projektet har skapat en plattform för nya elektroniksystem inom frekvensområdet 100 - 1000 GHz. Detta frekvensområde har många nya kommersiellt intressanta applikationer inom digital trådlös kommunikation, bildalstring, och sensorer. Inom kommunikation är syftet att utnyttja nya frekvenser med högre bandbredder än vad som är fallet med dagens system vid lägre frekvenser. Detta innebär att trådlös kommunikation med höga datahastigheter (5 - 100 Gbps) kan realiseras med relativt liten insats av hårdvara. Inom sensorområdet kan nämnas bildalstrande radiometrar och radarsystem som kan användas inom säkerhetsområdet, sensorer för processindustrin (papper, stål) och plasmafysik (fusionsreaktorer). Radioastronomi är ett klassiskt exempel på sensorer där mm/submm-vågor används för att kartlägga universums struktur genom molekylerspektroskopi. Integrerade kretsar med arbetsfrekvenser upp till 1 THz är idag möjliga att realisera genom att använda nya halvledarprocesser. I detta projekt har vi fokuserat på fyra teknologier:

- Schottkydioder med högre integrationsgrad för applikationer över 300 GHz,
- mHEMT-teknologi (High Electron Mobility Transistor) på GaAs baserat på Fraunhofers MMIC-process,
- DHBT-teknologi (Double Heterojunction Bipolar Transistor) baserat på Teledyne Scientific's MMIC-process med 4 metallager, samt
- Teledynes InP HEMT MMIC-process. Resultaten är mycket framgångsrika och visar att teknologin är teknisk och kommersiellt användbar.

Vi har i samarbete med partners tagit fram systemdemonstrationen för att visa på möjligheterna inom frekvensområdet 100 - 1000 GHz.

VÄRDEERBJUDANDE

Vi har visat att nya delvis kommersiella halvledarprocesser är lämpade för trådlös kommunikation, bildalstring, sensorer mm för frekvenser upp till och över 300 GHz. Vissa processer lämpar sig också för digitala kretsar, därmed kan även logik, AD och DA-omvandlare kombineras på ett och samma chip. Nya möjligheter har därmed skapats för realisering av elektroniksystem som arbetar vid frekvenser i detta område.

BAKGRUND OCH SYFTE

Komponenter för frekvenser över ca 100 GHz är idag baserade på Schottkydioder som byggs in i en vågledarstruktur. Tillverknings-tekniken är arbetskrävande och

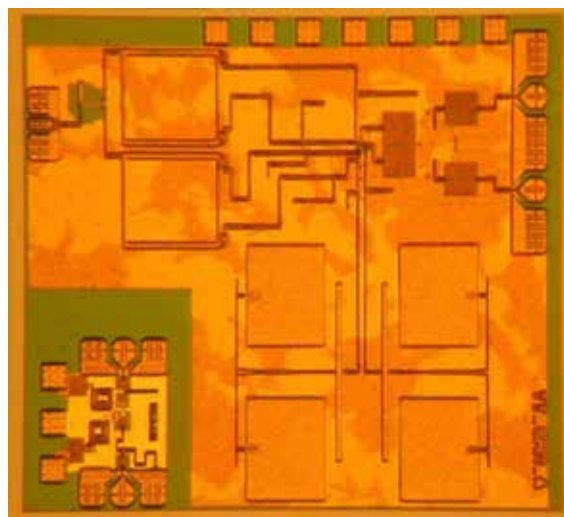
därmed dyr. Vi har i detta projekt arbetat med teknologier som möjliggör att komponenter och system kan tillverkas till en mycket lägre kostnad eftersom man använder liknande processer som används för mikroprocessorer. Därmed kan kretsarna göras billiga vid stora volymer. Det innebär att nya system för kommunikation och sensorer kan massproduceras till låg kostnad.

RESULTAT

Vi har designat ett stort antal integrerade kretsar och karakteriserat dessa, bland annat olika typer av förstärkare, självoscillerande blandare, oscillatorer, sändar- och mottagarblandare, frekvensmultiplikatorer, brusgeneratorer, effektdetektorer samt diverse antennintegrerade kretsar. Av de mer komplexa kretsarna kan nämnas en mottagarkrets för 340 GHz som innehåller en integrerad antenn, aktiv frekvensblandare, samt mellanfrekvensförstärkare. Arbetsfrekvenserna för kretsarna ligger från 100 GHz upp till 340 GHz.

SUMMERING

Projektet 'Plattform för MMIC-baserade THz-system' har tagit fram arbetsmetoder och processer som möjliggör att elektroniksystem inom frekvensområdet 100-1000 GHz kan realiseras. Tillsammans med externa partners arbetar vi nu med att demonstrera system för trådlös kommunikation, bildalstring och sensorer.



Integrerad mottagarkrets för 340 GHz innehållande antenn, subharmonisk frekvensblandare och mellanfrekvensförstärkare. 1680um×1840um

reSENSE

DELTAGARE, KONTAKTUPPGIFTER

Mikael Johansson, Avdelningen för reglerteknik och ACCESS, KTH, mikaelj@ee.kth.se

Thiemo Voigt, Swedish Institute of Computer Science

Adam Dunkels, Swedish Institute of Computer Science

BESKRIVNING

Projektet reSENSE har utvecklat banbrytande tekniker som möjliggör tillförlitlig kommunikation med hög genomströmning i trådlösa sensornätverk.

Projektet löpte 2008 - 2010, och var mycket framgångsrikt i termer av teknikutveckling, interaktion mellan projektets partner och industrin, och dissemination i termer av ett stort antal publikationer och nya högskolekurser i sensornätverk.

VÄRDEERBJUDANDE

Trådlösa sensornätverk förväntas att bli nästa årtiondes teknikrevolution. Telekomindustrin med Ericsson i spetsen bedömer att det kommer att finnas 50 miljarder trådlösa enheter år 2020. De flesta av dessa enheter kommer att sitta utanför de traditionella mobiltelefonerna och användas för att övervaka och effektivisera industriella processer, bostäder, och samhällsfunktioner inom t ex transport och energidistribution. Många av dessa tillämpningar behöver dock en tillförlitlighet (dvs en försäkran om att skickad information kommer fram) och en prestanda (i termer av datatakt och energieffektivitet) långt över den som kan levereras av tidigare sensornätlösningar. Målet med reSENSE var utveckla den teori, metodik och mjukvara som krävs för att ta detta tekniksprång.

RESULTAT

Teori och metodik som möjliggör banbrytande tillämpningar. Inom projektet har vi utvecklat teori, algoritmer och ingenjörsmetodik som möjliggör drastiskt ökad kapacitet och tillförlitlighet i trådlösa sensornät. Genom en detaljerad systemkunskap har vi lyckats isolera flaskhalsarna i dagens system och utvecklat ny teori och algoritmer för att kringgå dessa. På detta sätt har vi t ex lyckats att hundrafaldiga överföringstakten i dagens sensornät och tagit fram schemalägningsalgoritmer som minimerar fördröjningar och maximerar tillförlitlighet och livslängd i näten. Resultaten har publicerats i de bästa konferenserna och tidskrifterna inom området.

Contiki - öppen programvara tillgänglig för alla. Alla projektresultat har programmerats i operativsystemet Contiki och verifieras på riktig hårdvara. De förbätt-

ringar och nya protokoll som bedöms ha bred tillämpbarhet har infogats i Contiki-distributionen och på detta sätt blivit tillgängliga för Svensk industri.

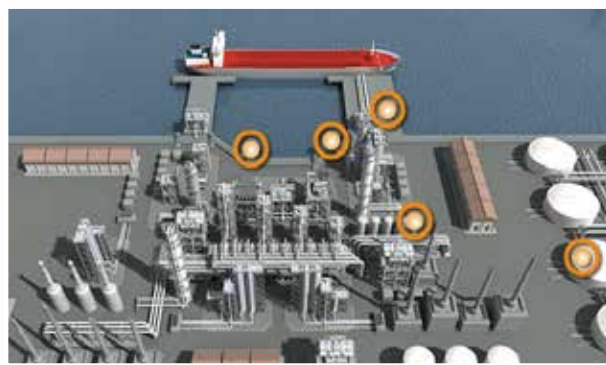
Utbildning för framtidens ingenjörer. Som del av projektet gav vi under 2008 en mycket uppskattad intensivkurs om sensornätsprogrammering. Kursen utvecklades och förelästes gemensamt av KTH och SICS. Vi har sedan dess vidareutvecklat materialet och erbjuder i höst numera en komplett sensornätskurs till doktorander och studenter.

SUMMERING

Projektet reSENSE har utvecklat banbrytande tekniker som möjliggör tillförlitlig kommunikation med hög genomströmning i trådlösa sensornätverk.

Projektet löpte 2008 - 2010, och var mycket framgångsrikt i termer av teknikutveckling, interaktion mellan projektets partner och industrin, och dissemination i termer av ett stort antal publikationer och nya högskolekurser i sensornätverk.

Vår forskning fortskrider nu i ett antal nationella och internationella forskningsprojekt i samverkan med akademi och industri. Vi är alltid öppna för nya utmaningar och samarbeten.



Tillförlitliga och högpresterande sensornätverk möjliggör nya och effektivare lösningar i industriell automation, bostäder och infrastrukturer

Trådlös kommunikation för reglersystem

DELTAGARE, KONTAKTUPPGIFTER

Karl Henrik Johansson, ACCESS Linné-center, www.access.kth.se, Reglerteknik, KTH, Stockholm, kallej@kth.se
Mikael Skoglund, ACCESS Linné-center, Kommunikationsteori, KTH, Stockholm, skoglund@kth.se

BESKRIVNING

Trådlös kommunikationsteknik har en stor och outnyttjad potential som katalysator för industriella effektiviseringar och nya tillämpningar. Genom ett större och flexiblere realtidsflöde av sensordata och annan processinformation, så möjliggörs bättre övervakning och styrning, som i sin tur ger energisnålare processer och högre kvalitet. En integrerad utveckling av trådlös nätverksteknik och reglerteknik är en viktig komponent för att möjliggöra nya tjänster inom sådan maskin-till-maskin kommunikation.

En mängd applikationsområden för denna nya teknik finns bl a inom processindustri, transportsystem och smarta elnät. Att mäta och styra energiförbrukning hos enskilda apparater är en komponent i utvecklandet av ett mer dynamiskt kraftnät som klarar att integrera förnyelsebara energikällor såsom vindkraft. Ny trådlös sensor-teknik gör att processer kan optimeras och att fel kan upptäckas i ett tidigt skede.

VÄRDEERBJUDANDE

Projektet har genererat resultat av stort värde för svensk systemindustri. En viktig frågeställning har varit att utveckla metoder för att anpassa, optimera och förbättra dagens kommunikationsprotokoll så att de blir lämpliga för reglertekniska tillämpningar med krav på realtidsprestanda och effektiv resurshantering. Resultaten har redan rönt stort intresse och har genererat nya projekt med direkt samarbete med svensk industri inom bl a fordonskommunikation, smarta byggnader, telekommunikation och industriell automation.

BAKGRUND OCH SYFTE

För att fullt ut kunna utnyttja alla fördelar som trådlös kommunikation ger regler- och inbyggda datorsystem, så måste tekniken anpassas och vidareutvecklas. Traditionellt är trådlösa nätverk utvecklade för personkommunikation, filöverföring och multimedia. Reglersystem ställer helt andra krav angående t ex realtidskommunikation av sensordata och tillförlitlighet hos styrdata.

Målet med detta projekt har därför varit att ta fram en arkitektur och ett bibliotek med protokoll för trådlösa reglersystem, som möjliggör en bred användning inom många olika tillämpningsområden. Det har varit viktigt att lösningarna är skalbara och inte ökar komplexiteten hos designprocessen.

RESULTAT

Projektet har genererat flera viktiga nya metoder för reglering över trådlösa nätverk och även ett flertal demonstratorer. Speciellt har följande frågor helt eller delvis besvarats:

- Hur ska man fördela resurserna i ett nätverk mellan reglersystem och andra tjänster?
- Vilka protokoll är skalbara till stora nätverk med många sensorer och ställdon?
- Hur kan samplings- och reglerstrategier anpassa sig till en varierande kanalkvalitet?
- Vad är en ideal kommunikationsstack för ett trådlöst regler- och övervakningssystem?

SUMMERING

Fler och fler produkter, tjänster och industriella system är uppbyggda kring komplexa nätverk med reglering i realtid. Detta projekt har bidragit med trådlös reglerteknik för att snabba upp denna utveckling. Nya system- och mjukvarulösningar har demonstrerats på verkliga system med mycket gott resultat och är för tillfället under utveckling genom olika projekt med svensk industri.



Nya trådlösa kommunikationsprotokoll för process- och annan systemindustri har utvecklats inom projektet och framgångsrikt implementerats och utvärderats i laborationsmiljö på verkliga processer

Avancerade optiska kommunikationsteknologier för access och transport

DELTAGARE, KONTAKTUPPGIFTER

Magnus Karlsson och Peter Andrekson, Avd. för Fotonik, Inst. för Mikroteknologi och Nanovetenskap,
Erik Agrell, Avd. för Kommunikationssystem och Informationsteori, Inst. för Signaler och System
Chalmers Tekniska Högskola, SE-412 96 Göteborg, magnus.karlsson@chalmers.se

BESKRIVNING

Fiberoptisk kommunikation genomgår ett paradigmskifte, som omfattar omvandlingen från traditionella intensitetsmodulerade länkar till koherenta transmissionssystem som kan detektera fas, amplitud och polarisation hos ljuset. För att kunna utveckla och förfina sådana system behövs ny mätutrustning och transmissions sätt.

I projektet har vi valt att samarbeta med två industripartners:

- EXFO Sweden AB, där vi tillsammans utvecklat koherenta mätsystem och optiska samplingsoscilloskop, samt
- Ericsson AB, där vi arbetat med algoritmer och modulations sätt för koherenta transmissionslänkar.

VÄRDEERBJUDANDE

EXFO arbetar med mätsystem för telekomutveckling, och det finns ett stort behov av karaktärisering och verifiering av framtidens koherenta sändare. Att kunna mäta både fas och amplitud på signalen, och kunna karaktärisera koherenta signaler med avseende på exempelvis signal-brus-förhållande kräver ny kunskap, men ger samtidigt en unik ställning på mätsystemmarknaden.

För koherenta optiska länkar finns stort behov av digital signalprocessning och algoritmer både för synkronisering och utjämning. Vidare öppnas nya möjligheter med tidigare oprövade modulationsformat som kan ge förbättrad prestanda, som exempelvis ökad systemlängd eller högre datatakt. Denna kunskap är värdefull för systemtillverkare som Ericsson AB.

Bägge dessa subprojekt kräver grundläggande förståelse för den optiska mottagaren och algoritmer som används för att detektera och utjämna datasignalen. Denna forskning kan därför ge ett mervärde för alla parter, med ökad kompetens, nya produkter, stärkt konkurrenskraft och ökad synlighet för svenska företag och forskning.

BAKGRUND OCH SYFTE

Det paradigmskifte som beskrevs ovan leder till ett stort behov av ny kunskap, men området samtidigt en arena för nya spelare som tidigt identifierar viktiga nyckel teknologier. Ett projekt av denna typ bidrar därför till att svensk telekomindustri kan bibehålla sitt traditionella kunskapsövertag och även kompetens. Kompetens och produktrelevanta kunskaper har därför blivit projektets främsta syfte och output.

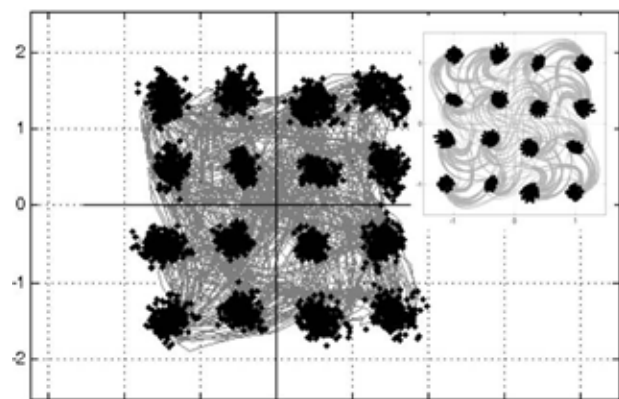
RESULTAT

Projektets huvudresultat är nya optiska sändare, mottagarstrukturer, kommunikationssätt, och signalbehandlingsalgoritmer för mätsystem och koherenta mottagare. Några exempel:

- grunderna för kommersiella heloptiska mätsystem
- jämförande studier (experimentella och teoretiska) av olika modulationsformat, samt identifiering av nya lovande format
- identifiering och demonstration av nya synkroniseringsalgoritmer för optiska koherenta mottagare
- demonstration av nya optiska sändarkoncept
- fullskaliga transmissionsexperiment upp till Tb/s

SUMMERING

Projektresultaten kommunicerades till industrin främst genom gemensamma möten och workshops. Även traditionell vetenskaplig publicering är viktig som synliggörare för internationell systemindustri, potentiella kunder och akademiska partners. Förutom kunskapsöverföring bidrog projektet till att det publicerades 18 vetenskapliga artiklar, 24 konferensbidrag, 2 patent samt ett bokkapitel och 2 licentiatavhandlingar.



Uppmätt konstellersdiagram av en optisk 16-QAM sändare vid 40 Gigasymboler per sekund. Det mindre insatta diagrammet är en teoretisk modell. Denna mätning vore omöjlig utan projektets resultat

Högtemperaturrelektroniska system helt i kiselkarbid för elektriska fordon

DELTAGARE, KONTAKTUPPGIFTER

Mietek Bakowski, Acreo, mietek.bakowski@acreo.se, +46 70 781 77 60

Hans-Peter Nee, KTH/EKC, hansi@ekc.kth.se, +46 8 790 77 81

Carl-Mikael Zetterling, KTH/EKT, bellman@kth.se, +46 8 790 43 44

Ilja Belov, JTH, ilja.belov@jth.hj.se, +46 36 10 16 86

BESKRIVNING

Motivationen för projektet är nya möjligheter till kompakta och energisnåla elektriska system vilka öppnas av kiselkarbid (SiC) som halvledarmaterial.

Effektkontrollenheten i hybrida och elektriska fordon innehållande energiomvandlare, kontrollelektroniken, kondensatorer och kylning kan göras flera gånger mindre och lättare.

Projektet avser att demonstrera potentialen av SiC-teknologin genom samverkan av kompetenser med avseende på systemkonstruktion, krafthalvledare, högtemperatur (HT) IC teknologi och termomekanisk konstruktion.

Förutom komplett kompakt design av en realistisk energiomvandlare innehållande kraftkomponenter, styrelektroniken, mellanledskondensator och kylkanaler utvecklas byggblock av framtida system som kraftkomponenter och HT IC teknologi.

VÄRDEERBJUDANDE

Ett par exempel får åskådliggöra vinstpotentialen hos ökad verkningsgrad och viktreduktion.

Elenegiförbrukningen i Sverige är totalt 140 TWh/år (2009). Elmotordrifter står för 40 % av den totala elanvändningen. Man tror att elanvändningen kan minska med 20 - 80 % genom att införa varvtalsreglering på alla motorer (källa ABB och Emotron). Låt oss anta att varvtalsreglering används generellt år 2016 och att detta minskar elenergiförbrukningen med 50 %. Vi får då en total elförbrukning för motordrifter 140 TWh x 40 % x 50 % = 25 TWh. Med SiC kan man öka verkningsgraden från 95 % till 99 %. Låt oss anta vidare att vi 2016 inför SiC-baserade frekvensomriktare. Vi får då en ytterligare minskning av elanvändningen med 4 % vilket motsvarar 25 TWh x 0.04 = 1 TWh vilket med dagens elpris på ca 1 SEK/kWh ger en besparing på **1 000 Miljoner kronor/år**. Redan med 5 % av alla omriktare som utnyttjar SiC-teknologi har SiC-satsningen återbetalat sig inom 1 år vilket bör bli en realitet omkring 2016 - 2020.

En reduktion av vikt med 10 kg sparar 300 L diesel på 100 000 mil (källa Volvo 3P). Det totala trafikarbete som utförs av bara lastbilar uppgår till över 3 000 Miljoner km (SCB, 2008). SiC ger en 3 - 5 ggr minskning av vikt av elektroniken. Eftersom energikontrollenheten väger ca 30 kg blir det en minskning med minst 20 kg. Vi sparar 300L x 2 x 3E9/1E6 = 1.8 miljoner liter

diesel om alla lastbilar innehåller någon form av hybrid-system. Detta motsvarar ca 25 miljoner kronor/år.

BAKGRUND OCH SYFTE

Effektkontrollenheten i ett fordon kan göras flera gånger mindre och lättare med användning av SiC. Samtidigt kan kylsystem göras enklare alternativt kan vätskekylning ersättas av luftkylning. Liknande vinster i vikt och volym kan göras även i energiomvandlare för sol- och vindkraft och industriella motordrifter.

RESULTAT

En kompakt 3 fas 50 kW effektkontrollenhet med volym minst 5 ggr mindre jämfört med de i Toyotas hybridbilar och bestående av en enda modul har designverifierats.

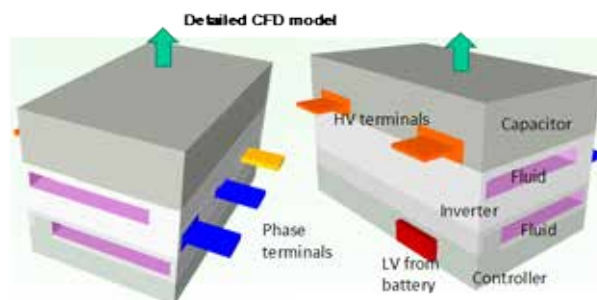
Övriga resultat:

- HT SiC Schottky dioder med extremt låga läckströmmar
- SiC JFET komponenter
- HT SiC IC teknologi med 300°C operation och kretsar med över 80 komponenter
- Demonstration av högeffektiva elektriska system med verkningsgrader över 99 %
- Mer än 30 publikationer

SUMMERING

Projektet har haft stor betydelse för:

- Ökat industriellt intresse för SiC
- Skapande av SiC Power Center vid Acreo
- Skapande av SiC "foundry" Ascatron
- Flera industriella SiC projekt pågående och under förberedelse



L128 mm x W79 mm x H78 mm

3-fas DC/AC omvandlare med SiC JFETar DC mellanledskondensator, kylkanaler och LV HT styrelektroniken

Elektronisk biomolekylsensor

DELTAGARE, KONTAKTUPPGIFTER

Jan Linnros, Roodabeh Afrasiabi, Materialfysik, ICT-skolan, KTH, linnros@kth.se

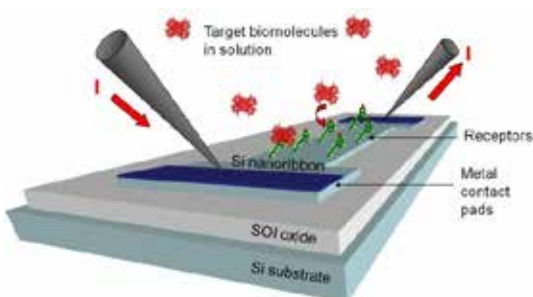
Amelie Eriksson Karlström, Nima Jokilaakso, Bioteknik, BIO-skolan, KTH

Shili Zhang, Si Chen, Solid State Electronics, Ångström Lab, UU

Christian Vieider, Per Björk, Tommy Schönberg, ACREO AB

BESKRIVNING

I detta projekt har vi utvecklat en biomolekylsensor för direkt elektrisk utläsning av specifika biomolekyler, såsom proteiner eller DNA, baserat på kiselnanotrådar. Användningsområdet är parallell diagnostik av flera olika molekyler, som t ex olika cancermarkörer, i ett prov. Detekteringen sker med mycket hög känslighet, vilket innebär att molekyler som förekommer i låga koncentrationer kan mätas, även i en liten provvolym. Applikationen är t ex små handburna system som kan användas vid vårdcentraler, sjukhus, ambulans eller t o m vid hembesök för att diagnostisera sjukdomar och följa ett sjukdomsförlopp under behandling av patienten. Tekniken bygger på att konduktansen för kiselnanotrådar är extremt känslig för laddningar, eller snarare för laddningsförändringar på ytan av tråden såsom vid inbindning av analyt-molekyler till specifika receptormolekyler. Chipet är gjort i standard CMOS-teknik med integrerad mikrofluidik vilket möjliggör billig massfabricering.



Princip för elektrisk detektion av biomolekyler i vätska

VÄRDEERBJUDANDE

Vår teknik är generell och vi avser att kunna applicera den för många olika ändamål såsom inom medicin, miljö, processning etc. Vi har för närvarande en ny chipserie färdig och är intresserade av att testa nya applikationer!

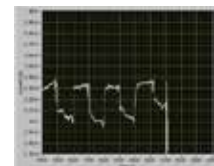
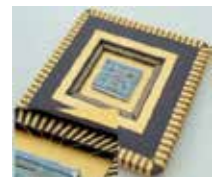
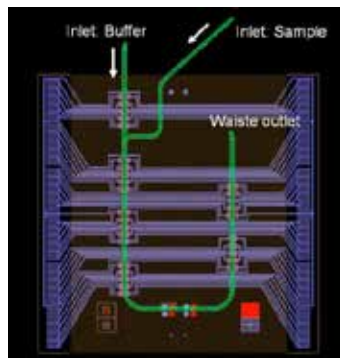
RESULTAT

Projektet har inneburit utveckling av en rad olika tekniker:

- Flera olika chipgenerationer har tagits fram
- Mikrofluidik har integrerats på chipen genom att litografiskt definiera kanaler i ett tjockt polymer-skikt

- Metoder för funktionalisering av chipytan har utvecklats
- En spottingsteknik har utvecklats för att möjliggöra olika funktionalisering på olika nanotrådar.
- För elektrisk karakterisering har en probestation färdigställts med Faradaybur
- Programvara för detektering och IV-karakteristik har utvecklats
- En uppställning för mätningar på bondade chips i en chiphållare. För stabilare mätningar i vätskor har en referenselektrod införts och elektrokemin vid sådana mätningar har analyserats.

Sensorn fungerar nu för detektion av vätskor med olika pH-värden samt för vissa modell-molekyler såväl som s k Affibodies. Dock finns flera ytterligare problem som måste lösas såsom t ex en reduktion av drift, repeterbarhet i detektion mm.



Chip-layout med mikrofluidik-kanaler (vänster), chip bondat i chip-hållare (överst, höger) samt strömsvar från switching mellan olika pH-värden

SUMMERING

Elektrisk detektering av biomolekyler med hjälp av nanotrådar är en intressant sensorteknik p g a att det möjliggör snabb, parallell detektering av många olika proteiner eller DNA-strängar. Den kan också miniaturiseras (möjliggör handhållna instrument) samt framställas förhållandevis billigt i stora serier då den baseras på standard CMOS-fabricserade chips. Dock kräver tekniken mycket bra kontroll av funktionaliseringen samt olika parametrar som påverkar inbindningen av analyt-molekyler.

VINNOVAs publikationer

September 2012

För mer info eller för tidigare utgivna publikationer se WWW.VINNOVA.SE

VINNOVA Analys VA 2012:

- 01 Impact of innovation policy - Lessons from VINNOVA's impact studies. *För svensk version se VA 2011:10*
- 02 Lösningar på lager - Energilagringstekniken och framtidens hållbara energiförsörjning
- 03 Friska system - eHälsa som lösning på hälso- och sjukvårdens utmaningar
- 04 Utan nät - Batterimarknadens utvecklingsmöjligheter och framtida tillväxt
- 05 Sveriges deltagande i sjunde ramprogrammet för forskning och teknisk utveckling (FP7) - Lägesrapport 2007 - 2011. *Finns endast som PDF*
- 06 Företag inom fordonsindustrin - Nationella, regionala och sektoriella klusterprofiler som underlag för analys- och strategiarbete
- 07 Svensk Life Science industri efter AstraZenecas nedskärningar. *Finns endast som PDF*

VA 2011:

- 01 Smart ledning - Drivkrafter och förutsättningar för utveckling av avancerade elnät
- 02 Framtid med växtverk - Kan hållbara städer möta klimatutmaningarna?
- 03 Life science companies in Sweden including a comparison with Denmark
- 04 Sveriges deltagande i sjunde ramprogrammet för forskning och teknisk utveckling (FP7) - Lägesrapport 2007-2010, fokus SMF. *Finns endast som PDF. För kortversion se VA 2011:05*
- 05 Sammanfattning Sveriges deltagande i FP7 - Lägesrapport 2007-2010 - Fokus SMF. *Kortversion av VA 2011:04*
- 06 Effektanalys av forskningsprogram inom material från förnyelsebara råvaror
- 07 Effektanalys av starka forsknings- & innovationssystem. *Finns endast som PDF. För kortversion se VA 2011:08*
- 08 Sammanfattning - Effektanalys av starka forsknings- & innovationssystem. *Kortversion av VA 2011:07*

- 09 Samarbete mellan Sverige och Kina avseende vetenskaplig sampublicering - aktörer, inriktning och nätverk. *Finns endast som PDF*
- 10 När staten spelat roll - lärdomar av VINNOVAs effektstudier. *För engelsk version se VA 2012:01*

VINNOVA Information VI 2012:

- 02 Så blir Sverige attraktivare genom forskning och innovation - VINNOVAs förslag för ökad konkurrenskraft och hållbar tillväxt till regeringens forsknings- och innovationsproposition
- 03 Idékatalog - Sociala innovationer för äldre
- 04 Innovation i offentlig upphandling - Ett verktyg för problemlösning
- 05 Årsredovisning 2011
- 06 Färdplaner för framtidens fordon och transporter - Strategiska milstolpar framtagna av myndigheter och fordonsindustrin inom samverkansprogrammet FFI
- 07 Din kontakt till EU:s forsknings- och innovationsprogram
- 08 Uppdrag att stärka det svensk-kinesiska forsknings- och innovationssamarbetet. *Finns endast som PDF*
- 09 Projektkatalog eTjänster. Slutkonferens - summering och reflektioner
- 10 Hållbara produktionsstrategier samt Tillverkning i ständig förändring - Projektkatalog 2012
- 11 VINNVÄXT
- 12 Effekter av innovationspolitik - Tillbakablickar och framtidsperspektiv
- 13 Banbrytande IKT - Projektkatalog

VI 2011:

- 01 Framtidens personresor - Projektkatalog
- 02 Miljöinnovationer - Projektkatalog
- 03 Innovation & Gender
- 04 Årsredovisning 2010
- 05 VINN Excellence Center - Investing in competitive research & innovation milieus

- 06 VINNOVA Sweden's Innovation Agency
- 07 Challenge-driven Innovation - VINNOVA's new strategy for strengthening Swedish innovation capacity. *För svensk version se VI 2011:08*
- 08 Utmaningsdriven innovation - VINNOVAs strategi för att stärka svensk innovationsförmåga och skapa nya hållbara lösningar för näringsliv och offentlig verksamhet. *För engelsk version se VI 2011:07*

- 09 *UTGÅR, ersätts av VI 2012:02*
- 10 Projektkatalog - Innovationer för framtidens hälsa.
- 11 *UTGÅR, ersätts av VI 2012:06*
- 12 Projektkatalog Smartare, snabbare, konvergerande lösningar - inom området IT och data/telekommunikation i programmet Framtidens kommunikation
- 13 *UTGÅR, ersätts av VI 2012:04*

VI 2010:

- 01 Transporter för hållbar utveckling
- 02 *UTGÅR, ersätts av VI 2011:11*
- 03 Branschforskningsprogrammet för skogs- och träindustrin - Projektkatalog 2010
- 04 Årsredovisning 2009
- 05 Samverkan för innovation och tillväxt. *För engelsk version se VI 2010:06*
- 06 Collaboration for innovation and growth. *För svensk version se VI 2010:05*
- 07 Cutting Edge. *Kinesiskt/engelskt VINNOVA Magasin*
- 08 Vinnande tjänstearbete - Tio forsknings- & utvecklingsprojekt om ledning och organisering av tjänsteverksamhet. *Finns endast som PDF*
- 09 NO WRONG DOOR Alla ingångar leder dig rätt - Erbjudande från nationella aktörer till SMF - Små och Medelstora Företag.
- 10 *UTGÅR, ersätts av VI 2012:12*
- 11 Omställningsförmåga & kompetensförsörjning - Projektkatalog. *Finns endast som PDF*
- 12 *UTGÅR, ersätts av VI 2011:12*
- 13 Mobilitet, mobil kommunikation och bredband - Projektkatalog. Branschforskningsprogram för IT & telekom

VINNOVA Policy

VP 2011:

- 01 Tjänstebaserad innovation - Utformning av insatser som möter behov hos företag och organisationer. *Finns endast som PDF*
- 02 Regeringsuppdrag Kina - "Föreslå områden för förstärkt långsiktigt forsknings-, innovations- och utbildningssamarbete med Kina" U2010/7180/F. *Finns endast som PDF*
- 03 Behov av kunskap och kompetens för tjänsteinnovationer
- 04 Utveckling av Sveriges kunskapsintensiva innovationssystem - Huvudrapport - Underlag till forsknings- & innovationsproposition
- 05 Utveckling av Sveriges kunskapsintensiva innovationssystem - Bilagor - Underlag till forsknings- & innovationsproposition

VINNOVA Rapport

VR 2012:

- 01 Utvärdering av Strategiskt gruvforskningsprogram - Evaluation of the Swedish National Research Programme for the Mining Industry
- 02 Innovationsledning och kreativitet i svenska företag
- 03 Utvärdering av Strategiskt stålforskningsprogram för Sverige - Evaluation of the Swedish National Research Programme for the Steel Industry
- 04 Utvärdering av Branschforskningsprogram för IT & Telekom - Evaluation of the Swedish National Research Programme for IT and Telecom
- 05 Metautvärdering av svenska branschforskningsprogram - Meta-evaluation of Swedish Sectoral Research Programmes
- 06 Utvärdering av kollektivtrafikens kunskapslyft. *Finns endast som PDF*
- 07 Mobilisering för innovation - Studie baserad på diskussioner med 10 koncernledare i ledande svenska företag. *Finns endast som PDF*

VR 2011:

- 01 Hundra år av erfarenhet - Lärdomar från VINNVÄXT 2001 - 2011
- 02 Gender across the Board - Gender perspective on innovation and equality. *För svensk version se VR 2009:20*
- 03 Visioner och verklighet - Några reflexioner kring eHälsostategin för vård och omsorg. *Finns endast som PDF*
- 04 Hälsa genom e - eHälsorapporten 2010. *Finns endast som PDF*
- 05 Halvtidsutvärdering av branschforskningsprogrammet för skogs- & träindustrin - Mid-term evaluation of the Swedish National research programme for the forest-based sector
- 06 Leadership Mandate Programme - The art of becoming a better centre director. *För svensk version se VR 2010:18*
- 07 The policy practitioners dilemma - The national policy and the transnational networks
- 08 Genusvägar till innovation - Erfarenheter från VINNVÄXT. *Finns endast som PDF*
- 09 Att utveckla Öppna Innovationsarenor - Erfarenheter från VINNVÄXT
- 10 White Spaces Innovation in Sweden - Innovation policy for exploring the adjacent possible

- 11 Etapputvärdering av centrumbildningen Virtual Prototyping and Assessment by Simulation - ViP. *Finns endast som PDF*
- 12 Tjänsteinnovationer i offentlig sektor - Behov av forskningsbaserad kunskap och konsekvens
- 13 Competences supporting service innovation - a literature review. *Finns endast som PDF*
- 14 Innovationsdrivande forskning i praktiken - Samverkan mellan forskare och praktiker för att skapa organisatoriska innovationer. *Finns endast som PDF*
- 15 Det offentliga stödsystemet för hantering av företags immateriella tillgångar - Kartläggning och analys
- 16 Innovative Growth through Systems Integration and Glocalisation - International evaluation of the 2004 VINNVÄXT programme initiatives
- 17 Ready for an early Take Off? - International evaluation of the VINNVÄXT initiatives in early stages

Produktion & layout: VINNOVAs Kommunikationsavdelning

Tryck: Trosa tryckeri AB, www.trosatryckeri.se

September 2012

Omslagsbild: Anders Gunér - Anders Gunér Design, www.guner.se



VINNOVA stärker Sveriges innovationskraft

VERKET FÖR INNOVATIONSSYSTEM – SWEDISH GOVERNMENTAL AGENCY FOR INNOVATION SYSTEMS

VINNOVA, SE-101 58 Stockholm, Sweden Besök/Office: Mäster Samuelsgatan 56
Tel: +46 (0)8 473 3000 Fax: +46 (0)8 473 3005
VINNOVA@VINNOVA.se www.VINNOVA.se