

日中科学技術

No. 149
2014. 6.20

発行所

特定非営利活動法人 日中科学技術交流協会

〒103-0003 東京都中央区日本橋横山町 3-1 横山町ダイカンプラザ 302 号

E-mail : jcstea@alpha.ocn.ne.jp URL : <http://jcst.in.coocan.jp/>

電話 : 03 (6661) 7929

Fax : 03 (6661) 7929

人知(識)の大先輩である中国の人々に学ぼう

日中科学技術交流協会理事、蘭州大学名誉教授、東京大学名誉教授

帝京科学大学名誉教授 堂山昌男



筆者が卒業し、その後奉職した東大工学部冶金学科の故橋口隆吉先生が、かつて日中科学技術交流協会の会長を務めておられたこともあり、筆者も早い時期から

中国との関係が深かった。戦後、初めて訪問したのは中国東北部(旧満州国)で、瀋陽には材料研究所があったと記憶している。石炭の露天掘りをしていた撫順も訪れた。また、1989年には大阪から上海まで JAL で飛び、あとは幾つかのグループに分かれ見学旅行をした。私は家内と一緒に蘭州、西寧、トルファン、ウルムチ等を回った。

中国と私との交流をさらに深めたのは、1970 年代に蘭州大学から留学していた王天民先生である。王先生は東大で博士号を取得後、中国に帰ってまもなく北京航空航天大学に移り、私の研究室で行なった陽電子消滅やコンピューターシミュレーションなどの理論計算を行っていた。同時に環境材料技術分野にも研究の幅を広げていった。1990 年代から現在まで、王先生等のご協力で格子欠陥や計算科学、環境材料に関する日中間のシンポジウムやセミナーが中国で数多く開かれ、私も招かれて何度か講演に行った。

昔、中国に行って驚いたことは、建設中の

ビルの足場が鉄でなく木材や竹を使っていたこと、街には車よりも自転車があふれ、外国人が外貨から換えた中国紙幣は一般の人民元と異なっていたことなどである。たった数十年前のことが昔話になるくらいに、中国経済は予想された速度をはるかに上回り急成長した。この急激な経済発展は、科学技術の研究水準の上昇と連動し、今では中国も急速にエコ化に舵を切り始めていると聞く。私が昔会長を務めた IUMRS (材料研究学会世界連合)の中でも中国の存在感がますます大きくなっている。IUMRS は ICSU (国際科学会議)のメンバーとして、ICSU の掲げる Future Earth プロジェクト(地球環境研究の国際プログラム)に協力しつつあるが、中国が指導的な役割を果たす日も近いと思われる。

われわれは千数百年も前から多くのことを中国から学んで来た。今の中国は経済だけではなく、科学技術でも世界を席卷するほどに急成長しており、サステナブルな世界を作るための人も知識も財も持ちつつある。今後日本は、日本が得意とする分野に磨きをかけるだけではなく、中国の進んだ人知にこれまで多くを学んできたこと、これから学ぶ必要があることを忘れてはならないと思う。

最後になったが、中国の王天民博士や中国科学院物理研究所の多くの研究者に非常にお世話になったことに改めて深く感謝するとともに、材料科学技術の交流を通して培った人の和が、未来の世代に引き継がれてゆくことを心底より願いつつ筆を擱く。

第 4 回日中電子材料シンポジウム

山岡亜夫理事、岡田雅年理事、豊橋技術科学大学特命教授 柴崎一郎、永崎隆雄事務局長



日中科学技術交流協会では中国集積回路材料産業技術創新戦略連盟一行と第 4 回日中電子材料東京シンポジウムを 2014 年 4 月 21 日に、東京大学山上会館で開催し、翌日 22 日に企業訪問を行い、日中総計 56 名の参加がありました。

これまでは、電子材料や半導体の後工程の周辺に軸足を置いた交流であったが、昨秋の上海及び北京のシンポジウムからは明確に半導体デバイスと集積回路技術、MEMS 等の半導体デバイス製作の前工程に軸足を置く技術交流となった。中国におけるこの分野の研究が本格化した証であろう。今回の発表に表れた、集積回路の製造に目標を置いた中国の半導体関連の会社、大学、研究所などを 2012 年に組織化した ICMTIA の活動、更に、中国科学院の研究所 SIMIT のクリーンルームの設置やプロセス機器の導入が進んでおり、集積回路製作では、中国の現状は最先端から 2 世代遅れとの発言もあったが、その一方で 30nm を切る最先端の研究試作も始まっている。更に、半導体のウエーハプロセスで使用する電子部品グレードの化学品や半導体ガス、フォトレジスト等の自前調達への積極的な取り組みも注目に値する。今回のシンポジウムを通じて、中国の電子情報産業が先進国並みの集積回路からシステム製品までの全プロセ

スの取り込みを目標とした意欲的な動きは、中国における半導体技術分野の人材育成、海外で教育を受けた人材の登用等も含めた、半導体分野の研究開発体制が充実しつつある表れと言えよう。(豊橋技科大学 柴崎 筆)

記

1) シンポジウム

日時：2014 年 4 月 21 日 (月)

9:00-16:00 シンポジウム

16:00-18:00 東京大学工学研究科 見学

18:00-20:30 懇親会

場所：東京大学山上会館 大会議室、201・202 号室及び 001 号室

2) 企業見学会

日時：2014 年 4 月 22 日 (火)

9:00-12:00 富士フイルム (株) 本社
Open Innovation Hub@六本木ミッドタウン

14:45-17:30 凸版印刷
印刷博物館、Virtual Reality Theater、
フォトマスク紹介 @文京区水道トッパン小石川ビル

1) 参加者

第4回日中電子材料シンポジウム参加者名簿	
姓名	所属 会社 公司名称
中国側参加者	
王 曦	中国科学院上海微系统与信息技术研究所 所長 院士
俞 文杰	中国科学院上海微系统与信息技术研究所
宋 志棠	中国科学院上海微系统与信息技术研究所 Director
石 瑛	有研半导体材料股份有限公司 Assistant General Manager
周 华	盛波江丰电子材料有限公司 General Manager
李 冰	北京科华微电子材料有限公司 Director of R&D
陈 昕	北京科华微电子材料有限公司 President
孙 睿	中国科学院深圳先进技术研究院 Director
穆 霽道	苏州瑞红电子化学品有限公司 CTO
徐成中	苏州瑞红电子化学品有限公司
赵 毅	大连保税区科利德化工科技开发有限公司 President
孙 江燕	上海新旆半导体材料股份有限公司 CTO
王 溯	上海新旆半导体材料股份有限公司 技术中心主任
陳 林发	上海新旆半导体材料股份有限公司
戈 士勇	江旗润玛电子材料有限公司 President
韩 江龙	江苏华海诚科新材料有限公司 社長
王 淑敬	安集微电子(上海)有限公司 CEO & Chairman
陈 勇辉	上海微电子装备有限公司 Vice President
韦 学志	上海微电子装备有限公司 Manager
陳 福生	北京七星华创电子股份有限公司 R&D Center President
陈 捷	东电电子(上海)有限公司 President
冯 黎	东电电子(上海)有限公司 Market manager
康凯	沈隆中科博微自动化技术有限公司 R&D Manager
徐方	沈隆新松机器人自动化股份有限公司 Director Professor
王金涛	沈隆新松机器人自动化股份有限公司 General Manager
谢均宇	北京中科信电子装备有限公司 Vice President
杜玉兰	沈隆富创精密设备有限公司 Vice-President
郑广文	沈隆富创精密设备有限公司 Chairman
陈星	睿励科学仪器(上海)有限公司
陆郝安	SEMI China President,
程龙	SEMI
日本側参加者	
有山正孝	日中科学技術交流協会 理事長
須賀唯知	東大大学院工学系研究科精密工学教授
益一哉	東京工業大学異種機能集積研究 Center 教授
中島 俊雄	イノテック社(元NECエレクトロニクス社長)
柴崎一郎	豊橋技科大教授 元旭化成
王英輝	東京大学無錫代表所 国際産学研合作中心 代表
馬宇生	東大国際工学教育推進機構 元清華大学橋口実験室主任
唐捷	(独)物質・材料研究機構 先端材料一次元NANO材料G
山下信	東洋合成工業(株)感光材事業本部感光材営業
邵東偉	東洋合成工業(株) 調達部
濱谷武	DAICEL (株)ダイセル 研究推進部
後藤孝浩	富士Film(株) R & D統括本部電子材料研究所 所長
水野敬介	凸版印刷 事業開発Center 事業開発・研究本部事業開発
古川祥一	旭化成E-Materials 株式会社生産技術Center長
藤崎博也	協会副理事長 東大名誉教授 元南京大学招聘教授
山脇道夫	協会副理事長 福井大学特命教授 東大名誉教授
永崎隆雄	協会事務局長 千代田Thechno顧問
山岡亞夫	協会理事、千葉大学名誉教授
岡田雅年	協会理事、(独)物質・材料研究機構名誉顧問
中河正勝	協会理事、元日立上海電視工場所長
伊藤宗太郎	科学技術・学術政策局 次長
通訳者	
桑曉琳	東大工学部修士課程留学生 機械工学 大連理工大学卒
馬京	東大工学部修士課程留学生 機械工学 大連理工大学卒
陳文静	東大工学部博士課程留学生 知能機械情報学
張春宇	東大工学部修士課程留学生 電子工学

2) シンポジウム開会の辞

当協会の有山正孝理事長および中国集積回路材料産業技術創新戦略連盟の理事長 王曦（院士、中国科学院上海微系統と信息技术研究所所長）から開会の辞が述べられ、岡田理事（右上写真前列右から2人目）の司会でシ

ンポジウムが開始された。



有山理事長開会挨拶

先ず、中国集積回路材料連盟と中国集積回路設備連盟の皆様を心から歓迎申し上げます。日中電子材料シンポジウムは、今回が4回目となります。今回、初めて中国の友人に日本にお出でいただいて、東京で開催できることを嬉しく思います。参加大学、研究所、企業の皆様には、こころから御礼申し上げます。

日中両国は一衣帯水の隣国で、数千年にわたる文化交流の歴史を持っており、特に科学技術分野での交流は、両国を益するのみならず、人類社会全体の発展に寄与するものと確信しています。日中科学技術交流協会は1977年12月、正式に創設され、37年間、多くの科学者・技術者を中国に派遣し、また日本に受け入れ、学術講演会や日中共同シンポジウムを開催し、さらに中国人留学生の優れた研究に対する表彰事業も行っており、これらの交流にあたり、長年にわたって中国科学院と最も密な協力関係を維持し、ご支援いただきました。

これからは、これまでの活動に加えて、日中間の技術移転を支援する事業も始めたいと計画しています。私達は協会の理念であった互恵の精神と、三十数年の歴史と伝統を基に、新しい時代の変化に順応して日中両国人民の友好交流事業を展開したいと計画しています。今回日本で開催される第4回日中電子材料シンポジウムが、実り多いものであることを願うとともに、両国間の友好と交流が更に深まる一歩となることを望みます。また遠来の中国の友人の皆さんが日本滞在を十



分に楽しまれることを願います。

開催祝辞を述べられる中国電子材料聯盟 王曦理事長



司会の山岡理事(左)と王曦理事長の贈り物を受ける有山理事長



3) 発表内容

J1 益一哉 東京工業大学教授 Recent CMOS Technology Trend

半導体の集積回路の集積度は凡そ2年で倍増するというムーアの法則がある。CMOS MPUの例を引かれ、ムーアの法則を超えて性能を高める必要性を述べられた。



また、微細加工技術の進歩は、既に30nmを切

っており、10nmという加工技術の限界や、限界を乗り越える技術として、Multi coreの採用やSOI技術、従来の2次元デバイスから3次元構造のデバイスへの移行など最新の半導体集積回路の技術の進歩とその展望を述べられた。図はこうした状況を紹介したCMOS MPUに於ける一チップ当たりのトランジスタ数(集積化密度)及び演算速度を示すクロック周波数の関係である。

また、MEMS(マイクロ・エレクトロメカニカル・システム)技術にも触れられ、車載の加速度センサやディスプレイ、RFスイッチなどに使われ応用が進んでいることや、更に、センサやマイクロアクチュエータなど応用、回

路とMEMSデバイスの一チップ上への異種機能の集積化、近年研究が盛んとなっているバイオ分野への応用が紹介された。更に、これからも進歩が期待される究極サイズのLSI技術、多彩な集積回路デバイスの可能性等が語られ、ビジネスとしても有望な将来市場の可能性が言及される等、半導体の夢のある将来像と最新技術が紹介された。

Progress of MPU

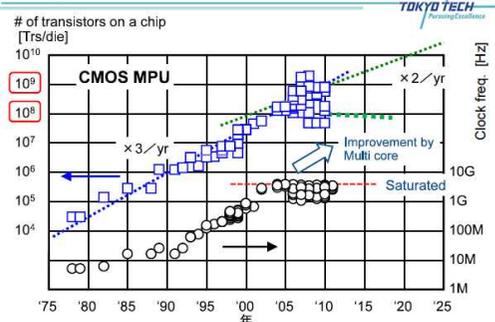


図 CMOS MPUの集積度、及び対応するクロック周波数の年次推移

J2 中島俊雄 イノテック社・元NEC電子社長 LSI Design Technology Trend



年々大規模化、高集積化が進行しているSiの集積回路技術の重要な要件の一つであるLSI設計技術と課題やそのトレンドが報告された。特に、CMOS技術の分野

では、微細化が進み、30nm以下のプロセスで製品が製作される時代となっている。この様な、超微細加工技術の進展に対応した、様々な問題点や課題などが紹介された。

Siの集積回路の製作は、通常、フォトリソグラフィープロセスを繰り返し用いて製作される。このプロセスは、Si基板上に塗布したフォトレジスト膜に、ステッパーと呼ばれる紫外線を光源とする露光装置により、クロムマスク(ガラス基板上に製作した紫外光を通さない薄膜を所望のパターンに加工したもの)を通し、露光、現像することで所望の部分のみレジスト薄膜を残し、微細加工(電極形成、拡散、イオン注入など)をする工程の繰り返しを経て、最終的に所望の回路が製作される。

この様なプロセスで製作されるLSIの設計であるが、次のような質的に異なる3種の手

順、

仕様書で決められた機能を実現するための電子回路の設計

その電子回路を Si の基板上に製作する為に、トランジスタやダイオード、コイル、コンデンサ、抵抗等の素子と素子間配線、電極等を適切に配置する最適レイアウト設計、

更に、LSI 製作のフォトリソグラフィプロセスで使用するフォトマスクパターンの設計及び製作図

から成る。LSI 設計は、予め定められた設計ルールにより、コンピュータによるトップダウン設計である。図に LSI 設計の大まかな流れを示した。最終的な設計のアウトプットは、LSI 製作のフォトリソグラフィプロセスで使う露光用のマスク製作図である。



図 LSI 設計の流れ図

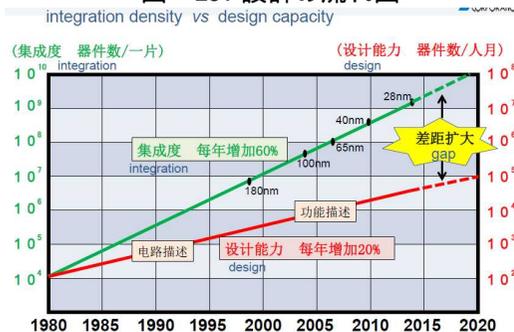


図 LSI の一チップ当たりのトランジスタ数 (集積度) と設計能力との関係、及び設計ルールの年次推移

この設計過程は、決して単純ではなく、回路設計もデジタル、アナログ、ロジック設計など多様である。更に、低コスト化の要求も強く、シンプルな設計も要請されるが、その一方で、製品の高機能化、大規模化等の要求は、LSI の高集積化、ナノサイズの微細化等を必要とすることなどから、設計ツールの高

度化等で、大きな開発投資や設計コストの上昇など相反する問題も生じる。また、製作する LSI の一設計当たりの製作個数が少ない場合は、単価が高くなる等の問題がある。図は、一チップ当たりの集積度の増加 (年率 60%) と設計能力アップ (年率 20%) の関係が示され、設計能力が集積度増に十分対応できていない状況やコストを抑えて、優れた機能の LSI を実現するために、ユーザーズに直結したマーケティングと LSI 開発の連携開発の必要性などが紹介された。

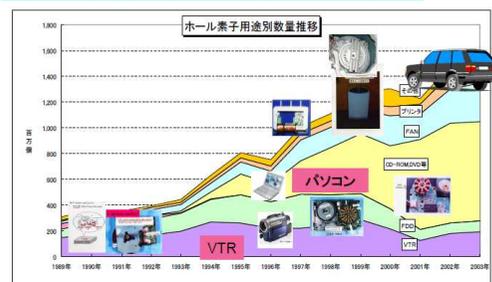
J3 柴崎一郎 豊橋技術科学大学特命教授
及び (公財) 野口研究所
Thin film magnetic sensors which opened
Era of Hall motors and many kinds of
contactless sensors



半導体技術は電子回路のみが応用ではない。センサ技術は大変重要な半導体技術の応用分野となっている。この講演では、InSb という化合物半導体薄膜のホール

効果 (磁界が電流に力を及ぼす効果) を利用した磁気センサである、高感度 InSb ホール素子技術と応用が報告された。高感度な磁気センサである InSb 薄膜のホール素子が開発された結果、超小型直流駆動のブラシレスモータ、通称ホールモータが開発され、回転の精密な電子制御が出来るモータとして、過去 30 年余に亘り、情報・映像機器、VTR や PC 等に使われ、小型化、高性能化を可能とし、その普及に貢献した。更に、非接触スイッチやセンサ等多くの応用が在ることが報告された。また、近年は、家電製品やエアコンなどの駆動モータもホールモータ化し、省エネに貢献しており、更に、ホール素子を使う非

高感度ホール素子の応用の変遷と生産実績



電子機器に必須の小型精密制御のブラシレスモータ多数使われる

接触の電流センサは、電力分野の計測やモータのインバータ制御技術等で応用が広がるなど、今や、動力制御で大変重要なセンサとなっていることが報告された。

C1 石瑛 (Shi Ying) 有研半導体材料股份有限公司 助理、集積回路材料工業技術革新聯盟 ICMTIA 秘書長

The Overview of China IC Materials Industry



中国の LSI 関連の市場や現状予測や、中国の IC メーカーの実情および、これからの中国は IC ビジネスの大きなターゲットとして期待できることを述べられた。

世界の半導体産業は 2014 年現在、351B\$ と推定され、今後 5 年間は年率 6.4% の伸びが予測されている。しかも、中国市場は世界で最大であり 34% と予想され、金額ベースに直すと、今年 120B\$ であり、2018 年には、174B\$ となり、これは大きなビジネスチャンスを示唆しているデータである。

中国の IC 関係の R&D 費 110M\$, 年間の特許出願は、2010 年時点で 270 370 件程度で、60% が特許化されている。少しずつ増加しており、企業の技術を高め、質的に良い方向に変えるきっかけになっている。

中国は 1978 年以来、経済成長と共に、チャイニーズドリームが生まれ、今もその過程にある。とくに IC 産業では、市場の拡大が見込まれる。より多くの IC メーカーや材料メーカーの参入の強いニーズ、そうしたことをサポートする環境及び人的資源も豊富である。

しかし、中国国内の IC 製作メーカーの現状は、5~6 インチ基板のラインが主で、一部は、8~12 インチ基板のラインである (日本と比較すると 1990 年代中頃の IC プロセスレベル)。しかし、一方で、最先端の 45nm 又は 28nm への挑戦も始まっている。

こうした状況を更に加速する為に、IC メーカー、IC 材料メーカー、研究所、大学の協力組織として 2012 年に非営利的な組織である ICMTIA (Integrated Circuit Materials Industry Technology Innovative Alliance) が生まれ、現在 51 の団体が加入している。

その狙いは、協力して IC 分野の共同開発や技術革新を進め、国内の半導体産業を確立していくことである。目標は、IC 供給体制の確立である。マーケット開拓も含めて、協力して IC メーカーの技術革新を進めることにより製品の供給力などのポテンシャルを上げていくことであり、究極は、国際的な IC 供給への貢献である。現在、中国では IC マーケットや関連材料の生産等の拡大が進行中であり、その供給体制も徐々に確立されつつある。こうしたことを積極的に進めるうえで、この分野に強い日本の協力が重要であり、相互協力の大切さが述べられた。

C2 王淑敏氏 安集微電子 (上海) 有限公司 CEO & Chairman Introduction of Anji Microelectronics Corporation

この会社は、活動は中国が主であり、半導体関連のビジネスを手掛ける。その活動方針は、図に示すように 6 つのコアビジネスを核として活動している。



半導体及び関連の電子部品製作プロセスに関わる資材を取り扱いと更に商社機能も有する。

例を挙げれば、ウエーハレベルパッケージングとフォトレジストの剥離剤、CMP スラリーと洗浄剤 (3DIC, TSV)、更にフォトレジスト剥離剤及び MEMS や LED チップ製造などもしている。CMP を中心とした半導体関連 (含プロセス) のプロセス加工サービス及び関連資材の提供をスタートした。



現在、IC 用として、2000m² のクリーンルームを有しており、クリーン度は、クラス 100、1,000、10,000 があり、2 つの化学実験室及

び測定評価室、解析、分析の実験室を有し、研究開発の支援も手掛けている。LSI プロセスの設計ルールは、1.0 μm 、0.25 μm 、20nm の対応しており、IC の製造も可能である。更に、後工程のウエーハレベルパッケージ (WLP) 設備や LED 製作設備も備える。対応する Si のウエーハサイズ (基板サイズ) は、6, 8, 12 インチである。現在は中国国内に留まっているが何れグローバル活動を目指す。

図は IC 製造のクリーンルームの写真である。



Capability - Manufacturing

Well established manufacturing facilities

- ▷ HVM capability
 - Home base in Shanghai
 - Access to multiple manufacturing sites via partnership
- ▷ Fully equipped quality control lab



C3 龍志生 (Long Zhisheng) 浙江凱輕漸化学有限公司 中国電子化学品の現状及び巨化電子化学品の今後の展望

ハイケム (株) は、電子部品プロセスで使う化学品を製造、供給をする会社である。本社所在地は東京であるが、拠点工場は中国にあり、商社機能も備え、また、技術移転も支援する。



半導体デバイスの製作は、単純に超高純度 (現在は 0.9999999999 テンナインレベル) の Si 単結晶基板を製造ラインで、様々な薬液やフォトレジストを使い、洗浄、エッチング等の加工、更に、超高純度の Si 基板の表層にトランジスタやダイオードを製作する為、1,000 を超える高温で p 型、n 型の領域を製作する為、に不純物の拡散やイオン注入アニール、更に、シランガスを使った多結晶シリコンなどの結晶成長等の処理が行われる。この集積回路製造ラインで使用する薬液、洗浄剤、純水、フォトレジスト、様々なガス等は極めて高純度が要求される。しかし、一

律に高純度で在れば良いわけではない。上記の様な LSI 製作プロセス下で、集積回路を構成するトランジスタやダイオードの特性、更には、絶縁膜などの特性を劣化させるような不純物を極力少なくした薬品やガスが要求される。従来の化学品の高純度のイメージとは若干異なるいわゆる電子部品グレードが要求される。この報告では、中国における電子部品グレードの材料とその供給の現状について報告された。電子化学品の世界市場は現在、300 から 350 億ドルであるが今後大幅に増加すると予想されている。中国では、集積回路プロセスにおける電子部品グレードの材料の重要性に鑑み、戦略的に取り組んでおり、3 大産業分野 (新エネルギー化学品、薬液 (半導体プロセス分野)、電子部品級ガス) への進出を狙い、6 つの工場で 20 種類の薬品を製造している。下図は、こうした戦略的な状況を示した。用途は、太陽電池、リチウムイオン電池、半導体、液晶パネルなどの 4 分野である。こうした電子部品級の化学品や材料、半導体ガスは中国製品も入手できるが、グレードの高いものは日本などから入れている。



C4 陳昕 北京科華微電子材料有限公司 社長 Development Status of China's Photoresist Industry

フォトレジストの背景、市場動向、開発状況、将来方向 (ロードマップ) について世界と比較しながら中国の現状と動向について紹介した。

フォトレジストとは光照射により溶解性が変化する材料であり、主な役割はパターンを転写すること

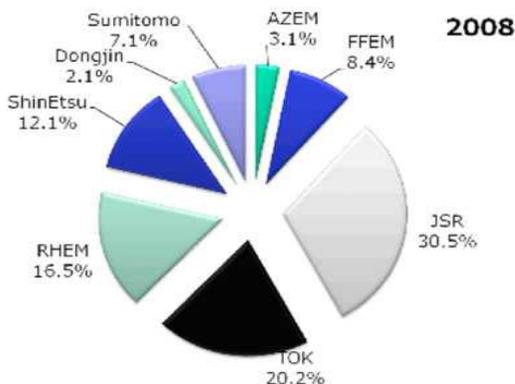


である。半導体、ディスプレイ、LEDなどの作成に必要な材料である。パターン転写の解像度はRayleighの式に従い照射波長に従い水銀灯のG線、436nmから始まり現在最も高解像度パターンの転写にはアルゴンフッ素(ArF)のエキシマーレーザーによる193nm光が使用される。

中国には現在69のICFAB(設計を除き製造のみを行う工場)があり、12インチウエファーが8工場を初め、それぞれ8インチ(19)、6インチ(22)、4&5インチ(20)である。

中国のレジスト市場はトータルで2480MT(MT: Metric ton 1000kg), 15億CNYである。このうち、ゴム系: 15MT, G-線ポジ: 100MT, i-線ポジ: 280MT, KrF: 160MT, ArF: 70MTである。各メーカーのシェアは下図のようで、JSR, TOK, L&H, 信越化学、Fujifilm, 住友化学、その他である。

中国の半導体加工技術は最先端から2ノード遅れている。工場はほぼファウンドリーであり限定された顧客である。フォトレジストについては今後製造工場からの価格圧力の強化により、競争力が出てくるとおもわれる。現在、ハイエンドの原材料は日本から入手しているが、フォトレジストのマーケットが中国国内にシフトするにつれ国内メーカーの生産が増えるとみられる。ハイエンド用の原材料はすでに中国で入手できる。



C5 宋志棠 (Song Zhitang) 中国科学院上海微系統与信息技術研究所 教授
Phase Change Random Access Memory Materials and Device Integration

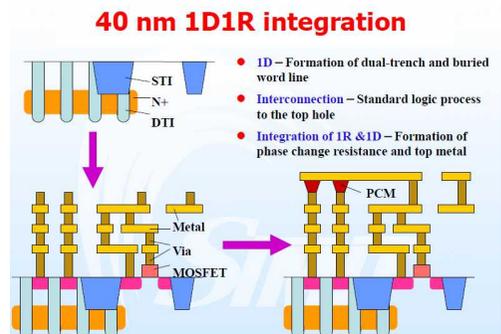
この講演では、固体型記憶装置に使える相

変化型のICメモリーデバイス PCRAM の研究と SIMIT の有するナノ技術対応のクリーンルームが紹介された。

PCRAM は GST (ゲルマニウム・アンチモニー・テルル) の磁気抵抗効果を利用した IC メモリーデバイスであり、低消費電力で駆動できる大容量メモリーの候補である。現在、ハードディスクの容量はテラバイト化しており、ビッグデータの活用が議論され、メモリー容量は大容量化が進んでいる。一方で、フラッシュメモリー等 IC メモリーの技術も進んでおり、使いやすい、信頼性の高い大容量、低価格の固体メモリーの開発の重要性が増している。インターネットに象徴される情報技術や通信の進展に伴い、こうしたデータの蓄積の必要性は益々増大している。大容量化では消費電力の低減も大きな課題である。将来の ZB ($1ZB=10^{21}B$) のメモリーデバイス期待もあり、PCRAM への期待は大きい。

SIMIT の研究では、Ti ドープ Sb_2Te_3 合金の薄膜層を利用した PCRAM 技術 (TST) の研究で成果を上げており、競合する従来からある GST (GeSbTe 系記録材) に比較して、T 型ゲート、 $0.13\mu m$ ノードセルで 80% のリセット消費電流の低減に成功している。

こうした最先端の研究を進めており、SIMIT の有する試作製造ラインでは、12インチ Si ウエーハのラインで、40nm ノードのプロセスで、GST (ゲルマニウム・アンチモニー・テルル) の PCRAM で 64kb メモリーの製作に成功している。図は発表にあった 40nm プロセスでの PCRAM の製作プロセスイメージである。



40nm プロセスでの PCRAM の製作プロセス



更に、講演後半では、SIMIT の有するクリーンルーム、プロセス設備等が詳しく紹介された。

J4 王英輝 (Wang Yinghui)

東京大学無錫代表国際産学研合作中心代表
Introduction- The University of Tokyo Wuxi Representative Office



2005年に無錫市に東京大学無錫代表処が設置された。目的は大学と企業の国際協力の推進及びその為の設備(研究施設、クリーンルーム、分析機器、会議室、ほか)とスタッフが常任している。活動として、1.中国の大学及び研究機関との長期的研究協力、2.大学 企業間の国際協力、3.学生の交流推進、他。

J5 唐捷 (Tan Jie) (独)物質材料研究機構 先端材料 Process Unit リーダー The Grafene Research on NIMS



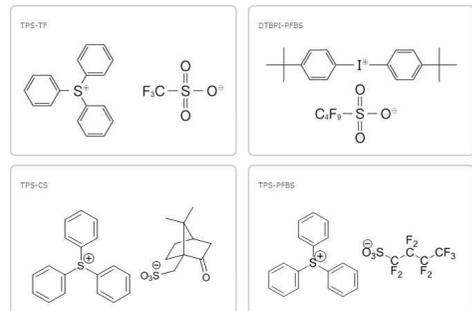
グラフェンを利用した高性能キャパシターの研究成果について発表された。グラフェンは炭素原子がSP²結合で形成された単原子厚みの素材でガイムとヴォセルフがグラファイトの断片から粘着テープ

ではぎ取ることを見出した。このような薄膜を電極として用いることできわめて高性能のキャパシターが実現可能とみられる。キャパシターは短時間充電、大電流充放電が可能、充放電繰り返し寿命が長い、など多くの利点がある一方、エネルギー密度が小さいという問題点がある。グラフェン電極とするため積層化グラフェン表面への電解液流入のため、スペーサーを配置積層構造化にはグラフェン及びカーボンナノチューブの一樣分散化が必要である。カーボンナノチューブを高集中度に挿入することによりキャパシタンスは85%増加した。

J6 山下 信 東洋合成工業(株) Advanced Materials for Photo-resist Development and the Latest Trend of Materials

会社のプロフィール、研究開発、電子材料製品、分析技術と品質管理について紹介。

また、東洋合成の電子材料部門おける、高性能、高純度フォトレジストと電解質・イオン溶液の製造と品質管理状況、更に、最近の電子材料の動向について報告した。フォトレジストについては当社の主力製品、ポジ型レジストの原料のPACとそれをベースとした各種NACs、化学増幅型レジストの必須成分である酸発生剤(下図)、短波長光源用のレジストポリマーを紹介した。品質管理のための分析機器はNMR, GC-MS, LC-MS, イオンクロマトグラフィーを始めICP-MSによりPPBレベルの金属不純物の管理を行っている。



C6 韓江(Han Jianglong) Jianguo HHCK Advanced Materials Co., Ltd The Market Overview of Epoxy Molding Compound in China

パッケージなどのモールドリング用のエポキシ樹脂の中国における市場の現状と動向について報告。図は中国の半導体の収益と毎年の伸長率の推移を示す。半導体の増産に対応してモールドリング用エポキシ樹脂の需要も急速に増加している。SOP(small outline package), QFP(quad flat package), BGA(ball grid package) 用のエポキシは住友と日立の供給に頼っているが、DO(diode outline, T0(transistor outline)など用のエポキシは中国国内メーカーが占有してい



る。

近年、中国のエポキシモールドディング樹脂メーカー、HHCK と Kehuaも製造ラインを増やして1万トン/年の生産を可能としている。2012年の中国での生産量は8万トンで、年9.7%の伸びを示している。ユーザーからはコスト低下の要求が強くなる一方であるためメーカーとしては新たな原料を探索して低コスト化に対応してゆかなければならないのが現状である。MIS, PQFN基盤、QFNやLED用 package などのエポキシ樹脂が最近開発され製品化されている。



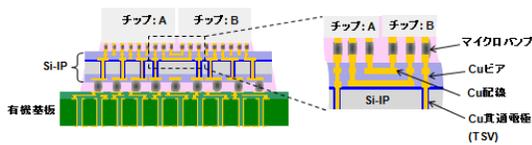
中国のIC市場の展望 (RMB: 人民元、GR: 成長率)

C7 王溯 (Wang Su) 上海新蔭半导体材料股份有限公司 技術中心主任
Interposer Development and Challenges



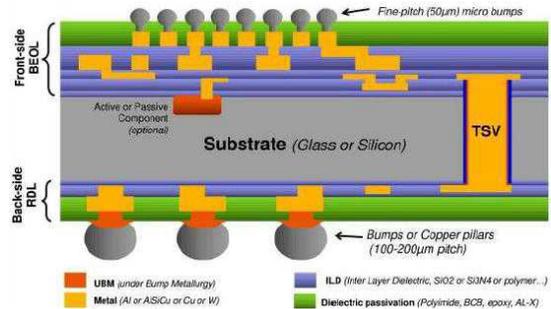
微細化技術で牽引してきた半導体も EUV 露光技術の実用化の実現性が絶望的であることから三次元 LSI へのパラダイムシフトが進みつつある。三次元化により

配線距離が短縮され処理速度を維持可能になるがその為に必要なのが L S I 間の配線を担うインターポザーである。例えば、シリコンインターポザー (Si-IP) では、複数のチップを用いた 2.5 次元実装のための高密度、高集積パッケージ基板である。Si-IP 上の Cu 配線の高密度化および多 I/O ピンのマイクロバンプにより、チップ間的高速データ転送が期待されます。



王 溯氏の会社では三次元 LSI の作成に必要なインターポザーの開発に挑戦して

いる。インターポザーの定義、歴史的考察、シリコン貫通型インターポザーの解説、3D-LSI 作成のための基礎技術について解説した。



C8 趙毅 (Zhao yi) 大連保稅区科利德化工科技開發有限公司 President
Application and Development of Electronic Gas in China Dalian F.T.Z CREDIT Chemical Technology Development Co., Ltd.

Credit Chemical technology Development 社のエレクトロニクス用ガスの製造、精製技術について紹介。



半導体、光ファイバー、集積回路、LED、アモルファスシリコン、太陽電池、液晶ディスプレイなどの電子部品の製造工程では高純度で毒性や腐食性のガスが使用される。高純度な希釈用及び拡散、ドーピング、エッチング用に大きく分類される。それぞれのガスと用途は次表のようである。

GAS	LCD	LED	PV	IC
NH ₃				
NF ₃				
SF ₆				
SiH ₄				
N ₂ O				
CO ₂				
BCl ₃				
Cl ₂				
HCl				

反応性ガス: CO₂, NH₃, N₂O, etc
 クリーニングガス: NF₃, CF₄, C₂F₆
 MVP ガス: Al (CH₃)₃, Ga(CH₃)₃, (CH₃)₃In,
 WF₆

電子用混合ガス:

SiH_4/H_2 , PH_3/H_2 , GeH_4/H_2 , $\text{B}_2\text{H}_2/\text{H}_2$

などが使用される。

ガス精製方法の分類、アンモニアガスの精製法を紹介および Creditchem 社の製品紹介。

4) 山脇副理事長閉会挨拶



先ず、中国から参加されました中国集積回路材料連盟と中国集積回路設備連盟の皆様には、ご参加いただき有難うございました。お疲れ様でした。また日本側で、シンポジウムや企業訪問の準備などでお力添えいただきました参加大学、企業、研究所の皆様にご礼申し上げます。

本協会の前身の時代、日中両国政府間の交流が始まる以前、我々の大先輩の方々が日中科学技術者間の交流を熱意を持って進められました。最近では政府間の交流がうまく行っていないようですので、まさにこういう時こそ、本協会の伝統に根ざした本領が発揮される時であると信じております。

現在 3 ~ 4 件の日中交流団事業が本協会の事業として進められておりますが、この電子材料シンポジウムは、中でももっとも長く続いており、もっとも成功しているものであると評価しております。今後、皆様のご尽力を賜りまして、さらに一層の発展をされますよう期待しております。

私自身、一昨年 2012 年 9 月の尖閣諸島にかかる中国の反日デモの最中に四川省成都市で開かれていました日中原子力材料シンポジウムに参加し、会場のホテルに缶詰め状態でしたが、参加研究者、学生は大変友好的で、何も心配することはありませんでした。また、昨年 2013 年 11 月には、尖閣諸島を含む領域を防空識別圏にすると中国側の宣言がなされたため、政治的緊張が走りましたが、その際にも核燃料サイクルシンポジウムが、上海交通大学で開かれ、参加者同士の間では極めて友好的に交流が行われておりました。このように、科学技術交流は政治の情勢に拘わらず、友好的に進めることができますので、今後、日中科学技術交流を

是非とも積極的に行ってまいりましょう。そのことにより、政治にもよい影響を与えていきたいものです。引き続き懇親会がありますので、参加者同士、一層交流を深めていただきたいと思っております。

5) 懇親会 藤崎副理事長挨拶要旨



本日は極めて有益なシンポジウムを催して下さり、まことに有難うございました。当協会は創立以来 37 年、常に両国の文化、科学技術の面での友好的な交流と相互の発展に尽力して参りましたが、このシンポジウムは日中科学技術交流の歴史に重要な 1 ページを加えるものと信じます。このシンポジウムの準備と実行に尽力されました皆様、中国から遠路参加された中国集積回路材料連盟の皆様にも厚く御礼を申し上げます。

日本人は、千数百年の昔から常に中国の文化・学術から多くを学び、敬愛の念を抱いて来ましたが、私は第 2 次大戦中に中等教育を受けた者ですが、その当時でも中国の歴史と文化、特に論語などの漢文の古典や漢詩を学びそれらを深く敬愛して、自分の人格形成に努めました。また、現在までに数十回、中国を訪れて学術上の交流の機会を持ち、多数の中国の友人に恵まれましたが、常に思いやりのある友好的な接遇を受け、学問上ばかりでなく、個人的な友好関係を築いて参りました。

孫文先生・周恩来先生など多くの中国近代

の指導者は、日本に滞在され、日本の友人をもっておられ、日本の文化・国民の気持を深く理解され、好意的に行動されました。

このような相互の友情と尊敬は、人物の交

流による相互理解から生まれるものと信じます。本夕のひとつときが、このような相互理解に少しでも貢献することを願っております。

井口洋夫理事ご逝去を偲ぶ

事務局長 永崎隆雄



日中科学技術交流協会の井口洋夫理事が3月20日お亡くなりになりました。享年87歳。先生は朝永振一郎常務理事が亡く

なられました1979年7月に当協会の理事に就任され、今日まで理事を勤められてきました。

先生はビオラントロンの研究を通してその半導体としての性質を実証、有機化合物は電気の絶縁体という従来の考え方を覆し、導電性有機物質の化学を発展させ、「有機半導体」の概念を確立し、1994年文化功労者、1996年日本学士院会員、2001年文化勲章受章、2007年第23回京都賞を受賞しました。

この時の記念講演で井口理事は「私の化学研究の旅路 - 人から学び、物に学ぶ」http://www.inamori-f.or.jp/laureates/k23_a_hiroo/img/lct_j.pdf をご講演なされ、有機半導体へ繋がる大きな力になったものとして、卒業実験のテーマだった炭素粉末の不思議な性質 - 金属粉末は電気を通さないが炭素粉末は電気を通す - との出会いと学生時代の恩師や先輩との出会いと教え - 物質を繋ぐ結合 - 共有結合、イオン結合、金属結合、分子間結合 - を指針として研究を進め整理したことを挙げておられました。炭素粉末の電導性は炭素の酸化物が皆、気体で、昇華し、表面を汚さないからだと看破されました。人間は自然に学べば、味の素やナイロンやペニシリンのように生活を豊かに出来るものを作り出せると語っておられ、生き物をいたわり、人、物に感謝し、活かす慈愛の心がありました。

どうか先生、安らかにお休みください。

井口洋夫先生履歴

1927年2月3日 広島市段原生まれ

1948年 東京大学理学部化学科卒業

1956年 東京大学 理学博士

1967年 東京大学物性研究所教授

1993年 岡崎国立共同研究機構長

2009年 豊田理化学研究所所長

2014年3月20日午後6時、ご逝去。87歳没。

第38回理事会

第38回理事会は2014年4月21日に、東大山上会館にて、以下の議案が報告され、審議され、承認された。

1. 2013年度事業の実施状況報告
2. 2014年度事業計画

第12回総会

第12回総会は2014年5月27日に、東大山上会館にて、出席会員45名(本人出席15名、書面表決出席30名)で以下の議案が報告され、審議され、承認された。

1. 2013年度事業の実施状況報告
2. 2014年度事業計画
3. 事務局長の役員報酬の件
4. 借入金の件

目 次

- | | | |
|--------------------|-----------|----|
| 1. 巻頭言 | 理事 堂山昌男 | 1 |
| 2. 第4回日中電子材料シンポジウム | 事務局長 永崎隆雄 | 2 |
| 3. 井口洋夫理事ご逝去を偲ぶ | | 12 |
| 4. 第38回理事会 | | 12 |
| 5. 第12回総会 | | 12 |

2014年度 年会費納入のお願い

会費：1口10,000円 1口以上

お振込先：みずほ銀行 丸の内支店

普通預金 口座番号 2605164

日中科学技術交流協会 会長 有山 正孝