

Nothing on the Extrapolation in the Chip Industry

GSA / SEMATECH Memory Conference, April 16, 2012
Invited Speech

解 説

GSA(Global Semiconductor Alliance)は1994年に設立されたFSA(Fabless Semiconductor Association)の後継団体として、2004年に名称を変え、そのミッションを広げた組織である。現在、世界の400社以上がメンバーとなっている。この講演は東京において、GSAとSEMATECHが共催した会合における招待講演である。内容は、半導体経営者向けのものとなっている。

タイトルを直訳すれば「半導体産業においては、単純な延長にあるものは何もない」ということであるが、その意味するところは、半導体の将来を予測することは極めて難しく、予期しないことが起こりうることに備えなければならないという趣旨である。

ムーアの法則は半導体の一つの側面(チップ上の集積度)で将来予測を可能としているが、これはむしろ例外的であり、この講演では予測不能な側面に焦点を当てたものである。取り上げたテーマは、標準化指向とカスタム化指向の入れかわり、マーケット・ドライバーの変遷、技術の多様化の始まり、市場予測と実績との乖離の事例などである。

また、これまで長年の夢であった不揮発性RAMが実用に近づいてきていること、「言葉の壁」が低くなり、実際のビジネスが始まっていることなど、「新しい波」について触れた。

<むすび> 半導体の分野においては、予想しない方向に風向きが急に変わることがある。明日は昨日・今日の単純延長ではないのだ。この転換点をしっかりつかむことが大事である。そして、新しい波に勇敢に乗って行くことだ。

◆
GSA / SEMATECH
Memory+ Conference
April 16, 2012

Nothing on the Extrapolation In the Chip Industry

Tsugio Makimoto, Ph. D & IEEE Fellow

President of SSIS

(Society of Semiconductor Industry Specialists)

Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

半導体の将来を予測することは極めて難しい。特に市場予測は1-2年先のことで大きく外れることがある。また、技術面でも過去のトレンドが単純に長く続くことはなく、左と右が逆転することもある。半導体の携わる人たちは常にこのような状況に備えなければならない。

Outline

★ **Impact of Chip Innovation**

★ **Nothing is on the Extrapolation**

★ **Longtime Dreams Coming True**

目次

★半導体技術革新のインパクト

★将来は単純延長にあらず

★長年の夢が現実に

Mobile Phone in 1970's

* 3 sets of mobile phones during Vietnamese War

* Picture in Ho Chi Minh City (2006)

BAN VÔ TUYẾN LƯU ĐỘNG
MOBILE RADIO SECTION

Current Model



Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

2

この写真は2006年にベトナムを訪問したおり、ホーチミン市の戦争博物館で撮ったものである。1970年代のベトナム戦争の時代に、移動電話として使われていたものである。3セット分が積まれているが、1台の重量は約10Kgであり、現在の携帯(約100グラム)の100倍もあった。このような進歩がなされた背景は半導体の技術革新である。

Supercomputer vs iPod



Courtesy of Computer History Museum

★ Cray-1A Introduced in 1976

- Speed: 160MFLOPS
- Weight: 5.5tons
- Price: \$6M
- 5u Bipolar Technology

“Cray-1A specs are comparable to those of 2006 iPod shuffle” (Wikipedia)

- 90nm CMOS Technology

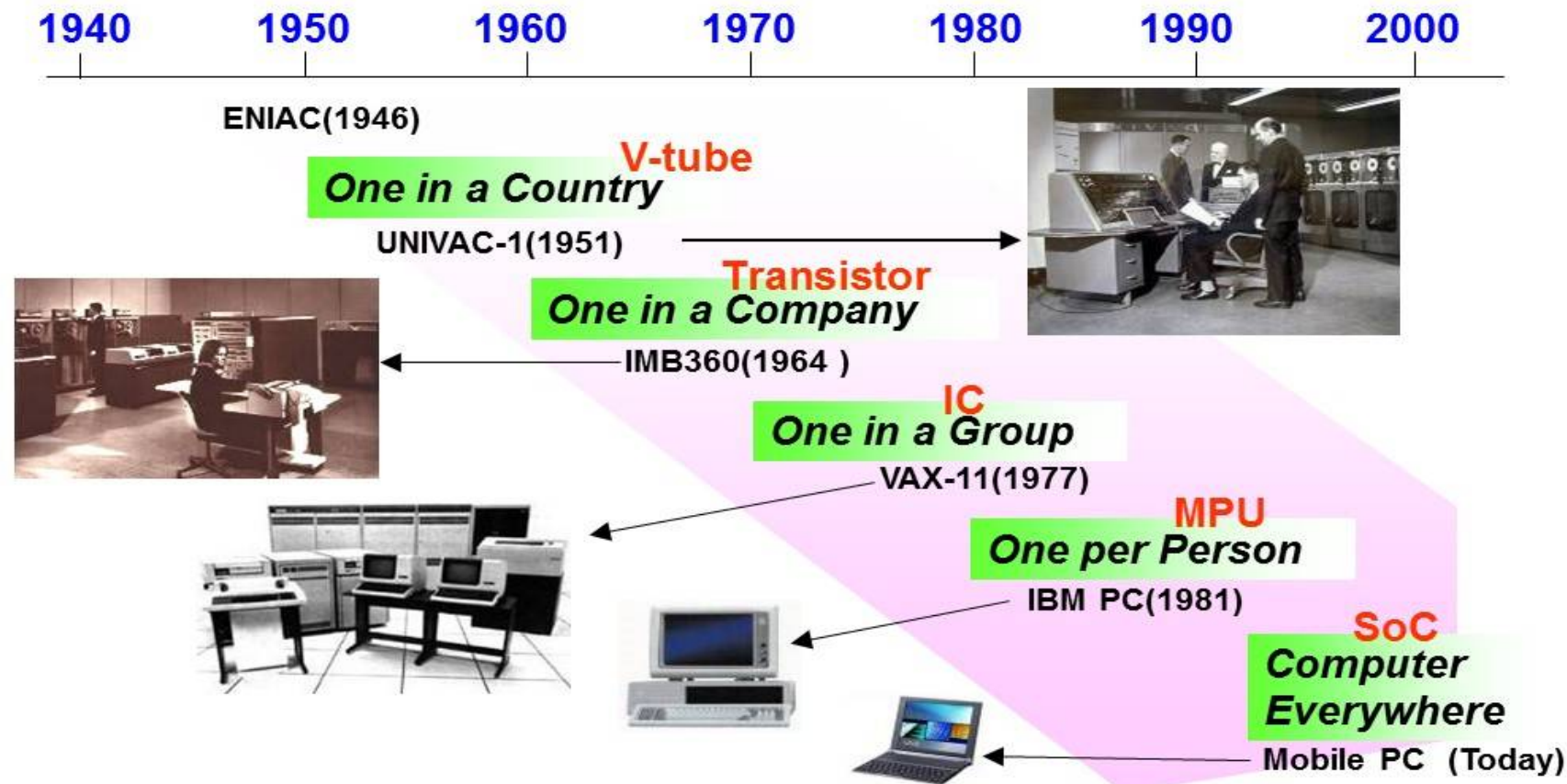


Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

3

左の写真は2007年にカリフォルニア州にある、コンピュータ歴史博物館を訪問した時に撮ったものである。1976年に市場導入されたクレイ社のスパコンの性能は160MFLOPSであったが、重量は5.5トンもあった。この性能は今日のiPodとほぼ同じレベルである。5 μ mバイポーラ技術から90nmCMOS技術に進化したことでこのようなことが可能になったのだ。

Computer Revolution Driven by Chip Innovation

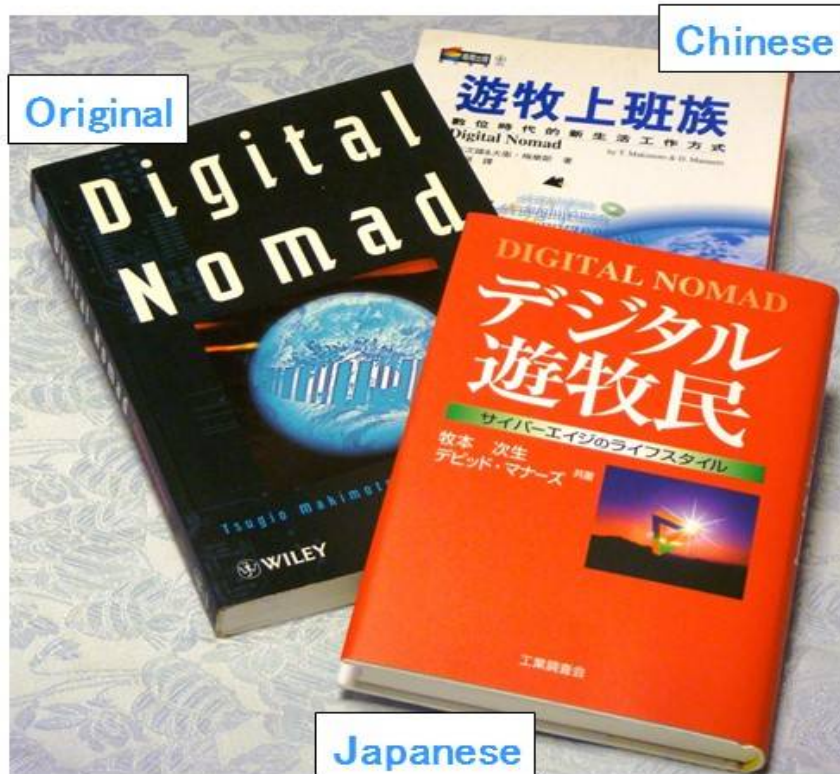


Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

4

半導体技術革新とコンピュータの「民主化(パーソナル化)」の関係を示す。緑の枠内にはコンピュータの所有者が書かれており、赤い字はデバイスの種類を示す。真空管時代のコンピュータは「国に1台」のレベルであった。トランジスタの時代には「会社に1台」、ICでは「グループで1台」、MPUでは「1人一台」となり、SoCでは「コンピュータはどこにでも」となった。

“Digital Nomad” Published in 1997



Co-authors

David Manners (left)

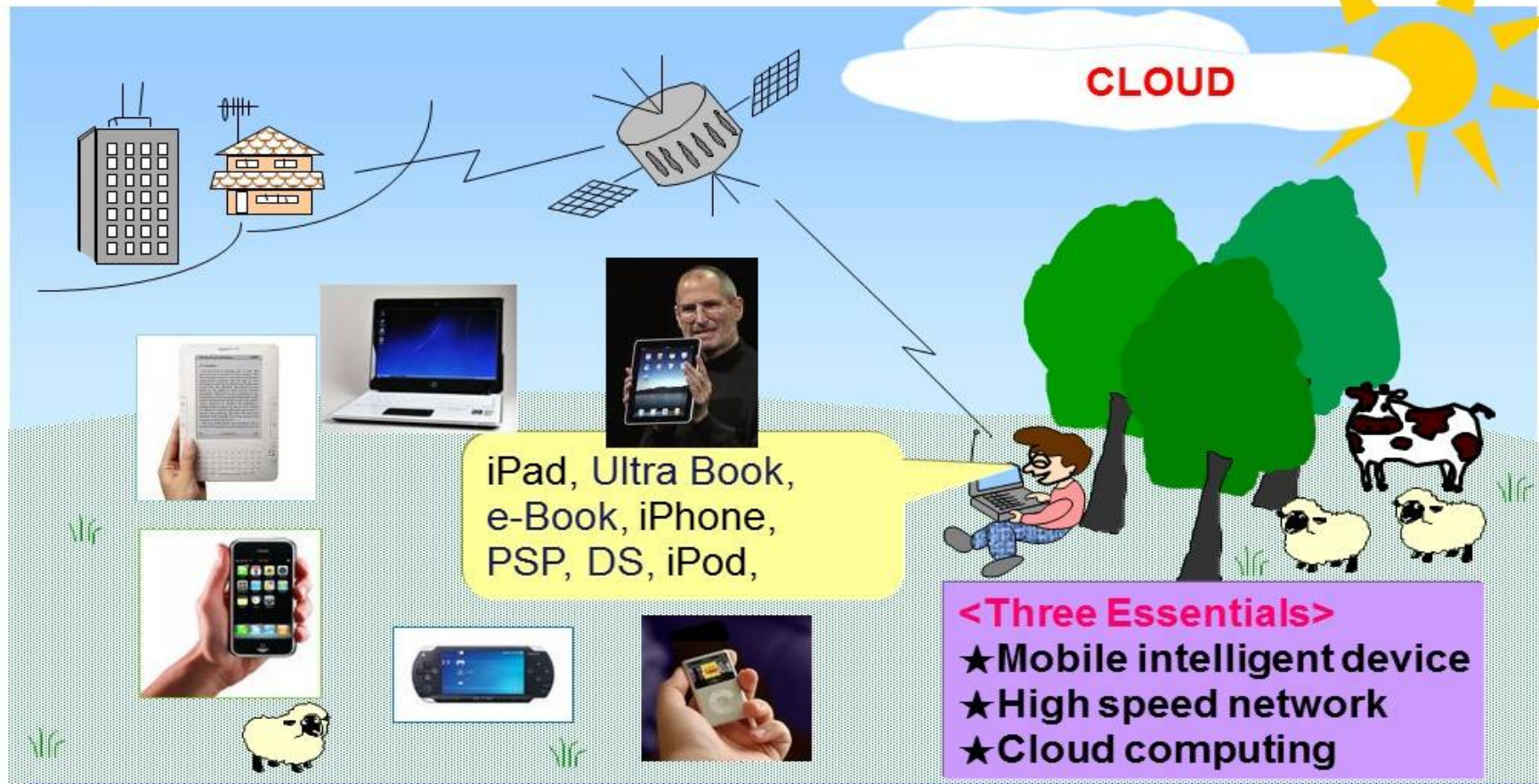
Tsugio Makimoto (right)

Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

5

半導体革新によって人は時間や場所の制約から解放されて新しいライフスタイルが生まれる。このようなテーマを「デジタル・ノマド」と題する本にまとめて1997年に出版した。98年には日本語版、中国語版が出版された。この10年後に、アップルからスマートフォンが発売され、このようなライフスタイルを実現された。半導体が世の中を変える！

Infrastructures Supporting Nomadic Lifestyle



Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

6

ノマディック・ライフスタイルをサポートするためのインフラストラクチャを示す。不可欠な要素は次の三つである：モバイル・インテリジェント端末、高速通信網、クラウドコンピューティング。インテリジェントなモバイル端末は相次いで出てきているが、現時点における代表的なものを中心部に示している。この分野が現在の半導体市場の主戦場となっている。

Outline

★ Impact of Chip Innovation

★ Nothing is on the Extrapolation

★ Longtime Dreams Coming True

目次

★半導体技術革新のインパクト

★将来は単純延長にあらず

★長年の夢が現実に

Customer is the King

The King Wants	Choice
Differentiation	Custom
Flexibility	Standard
Hi Performance/Lo Power	Custom
Time to Market	Standard
Low Initial Cost	Standard
Low Unit Cost	Custom

Standard	Discrete, MCU, MPU, DSP, Memory, FPGA, etc.
Custom	Pure Custom, ASIC(ASCP & ASSP), SoC & SiP, etc.

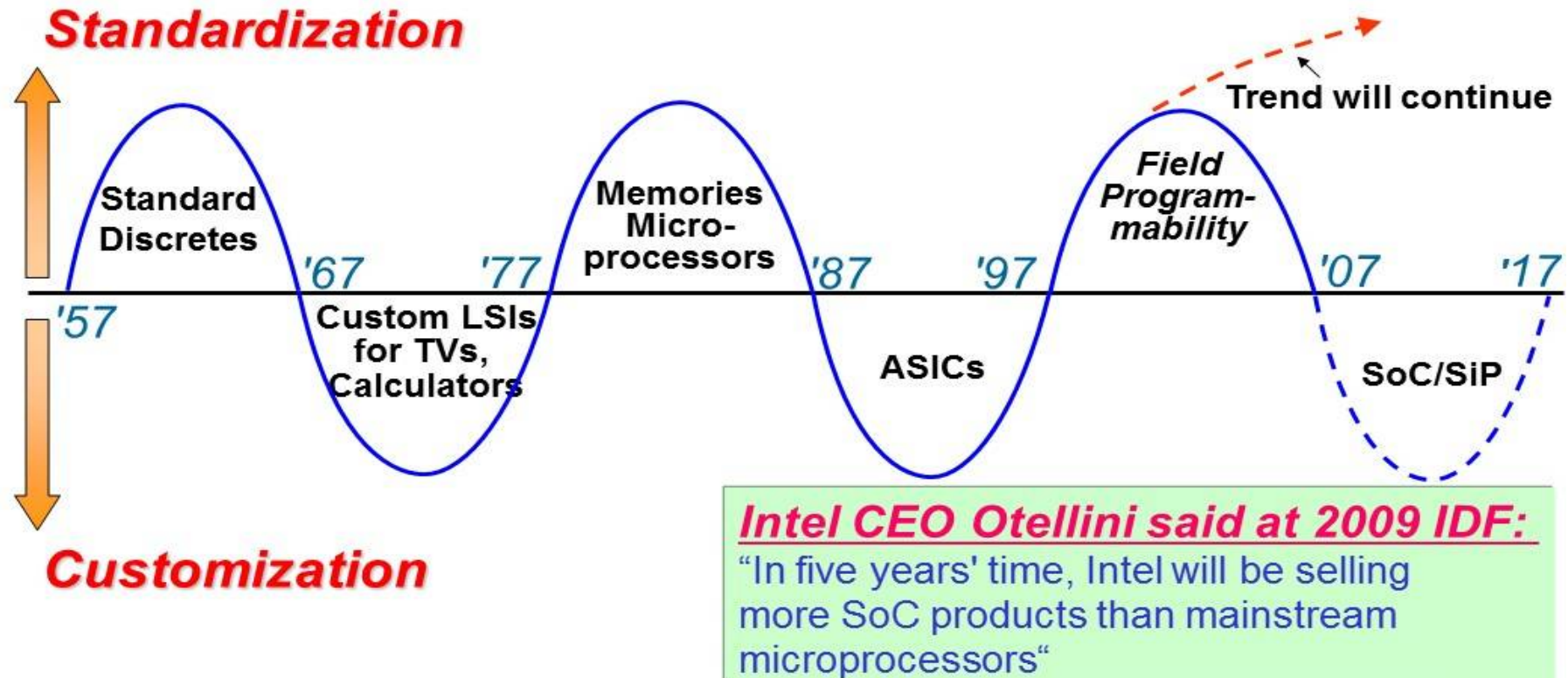
Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

8

「顧客は王様」と言われるように、その要求は一筋縄ではゆかない。表の左には「顧客の要求」があり、右には「カスタム品か標準品か」の選択が記されている。要求が多岐にわたるため、カスタム品、標準品のいずれかで済ませるわけにはいかない。顧客満足を上げるために、カスタム指向と標準指向は揺れ動いてきたのである。

Makimoto's Wave

(Named by David Manners in 1991)



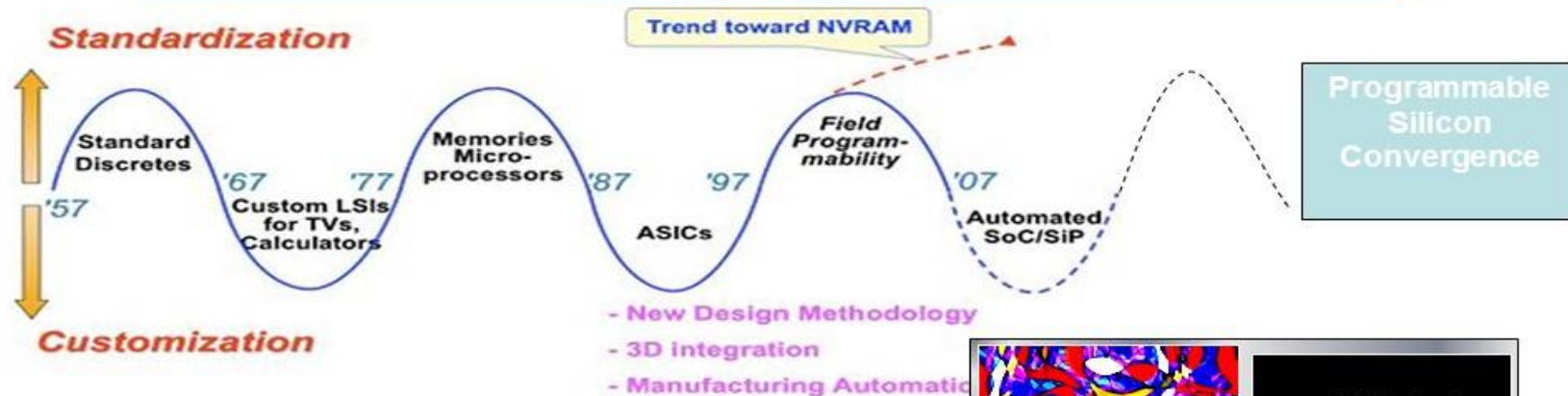
Source: Electronics Weekly, Jan. 1991

Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

9

この図は半導体産業における標準化指向とカスタム化指向のサイクルを示しているが、「将来は単純延長にはない」とこの代表的な事例である。オリジナル版は2007年までをカバーしていたが、講演の時点(2012年)における新トレンドはカスタム化指向のSoC/SiPであり、今日につながっている。当時、MPUで圧勝したインテルはSoCへの転換を模索していた。

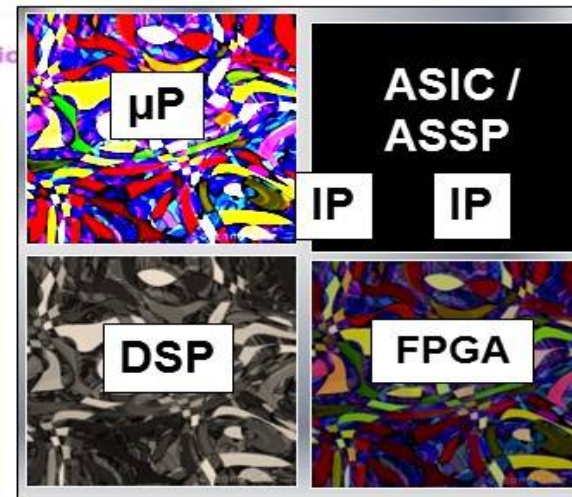
Extension of the Wave Beyond 2017 (Altera's Vision)



Source: Electronics Weekly, Jan. 1991/Dr. T. Makimoto TechnoVision

Programmable Silicon Convergence

Microprocessor and DSP: Standard
Application specific IP: Custom
FPGA fabric: Programmable
contains every component for flexibility and differentiation



Source: Altera corp.

Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

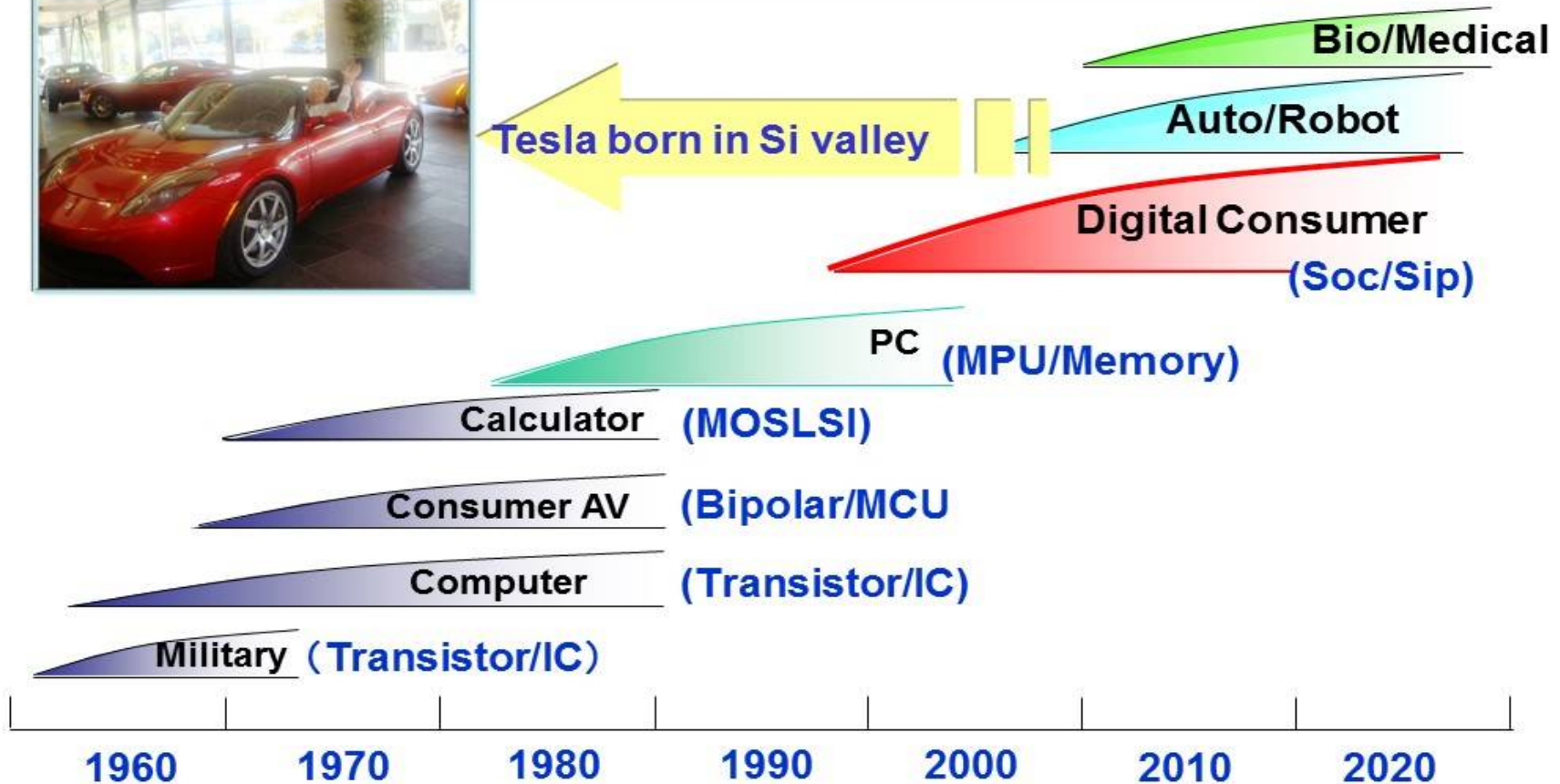
10

牧本ウエーブの延長についてのアルテラ社の見方である。2017年以降には標準化指向の新トレンドが生まれ、“プログラマブル・シリコン・コンバージェンス”と称している。右下の図に示すように、一つのチップの中に、MPU, DSP, 各種IPと共にFPGAを集積しており、フレキシビリティと差別化を可能としている。集積度の増大が続くので、これは必然的な方向である。

Evolution of Application Market



Tesla born in Si valley



Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

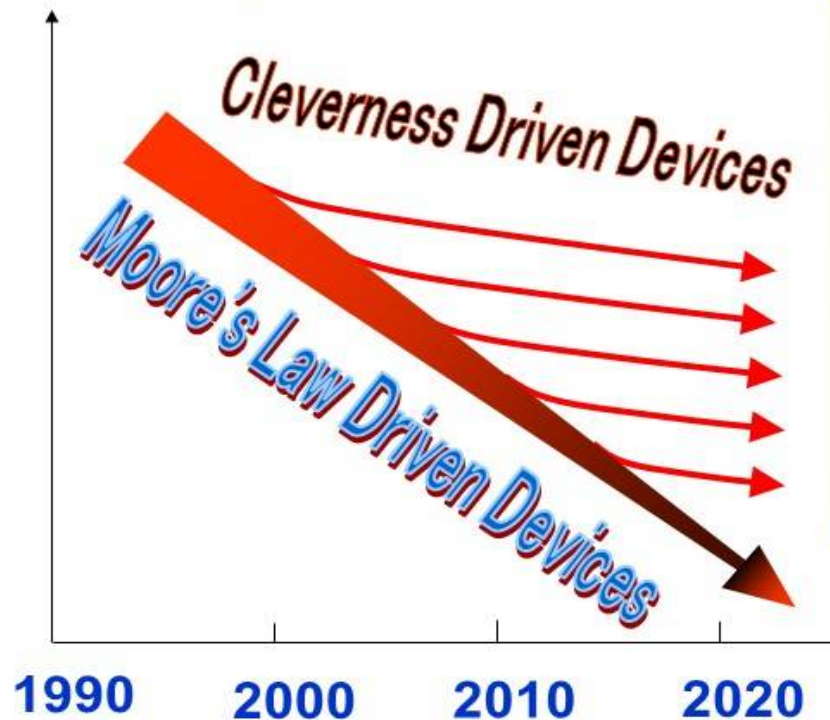
11

半導体の技術革新によって、マーケット・ドライバーにも不連続的な変化が起こる。新デバイスの出現によって作り出された新市場の変遷を示している。PCを生み出したのはMPU／メモリであり、今日のスマホ中心の市場を生み出した原動力はSoC／SiPである。これから拡大するロボット・自動車・バイオ・医療の市場にはセンサーなどの新デバイスが必須となる。

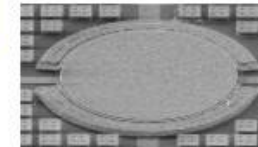
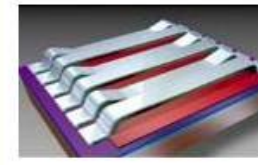
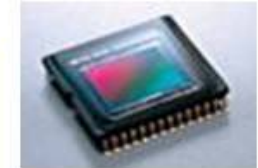
Diversifying Directions of Chip Technologies

Presented at 2002 IEDM

Geometry of Devices



- Optical Sensors
- Inertial Sensors
- Force Sensors
- Display Devices
- Actuators
- RF Devices etc.



Source: T. Makimoto, IEDM 2002

Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

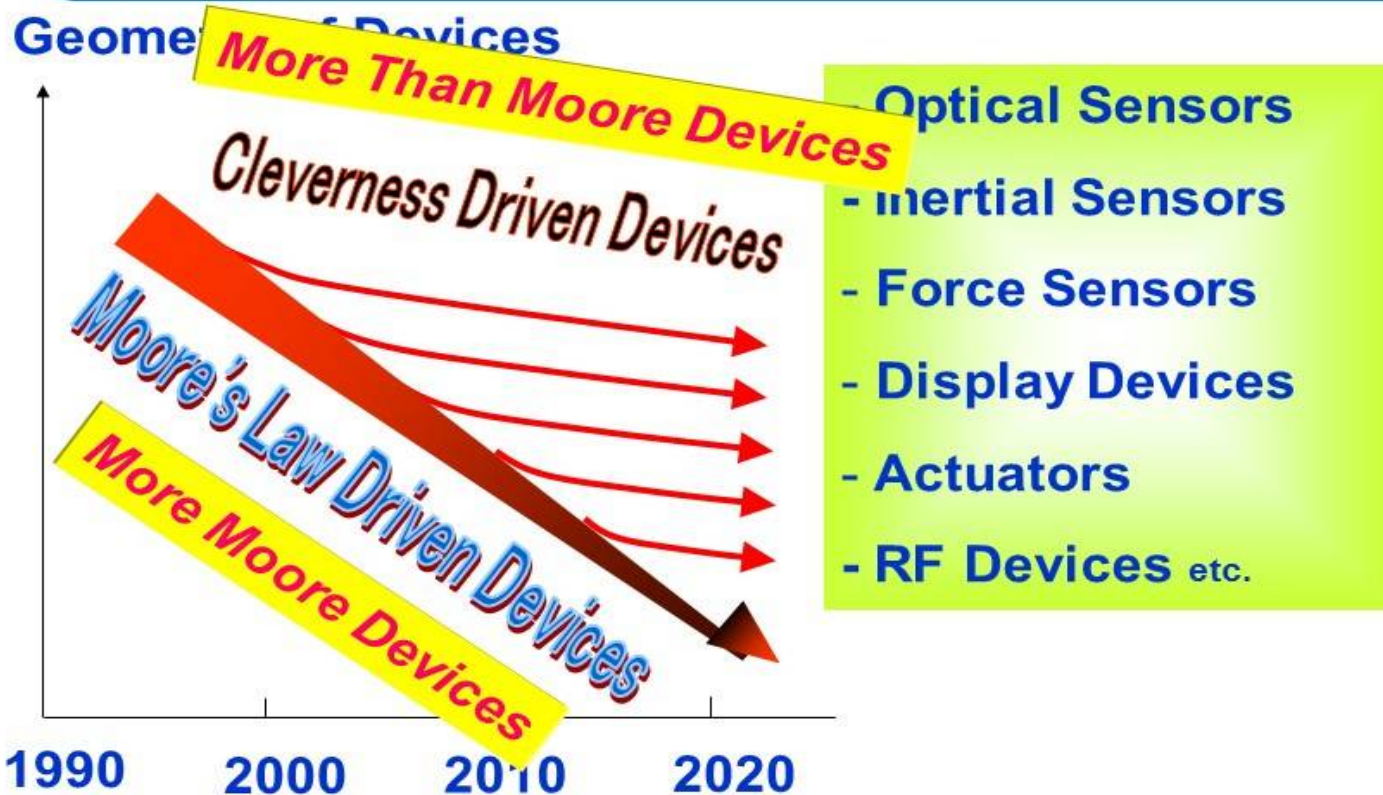
12

これからの半導体市場を牽引するロボット分野においては高性能SoCと共に、センサー・アクチュエーターなどのデバイスが必須となる。これらのデバイスは微細加工に依存するよりも、むしろ材料の持つ基本的特性を引き出すことが重要である。いわば「知恵が勝負のデバイス」として“Cleverness Driven Device”と命名して発表した。(2002年IEDMの基調講演)。

Diversifying Directions of Chip Technologies

Presented at 2002 IEDM

Geometric Devices



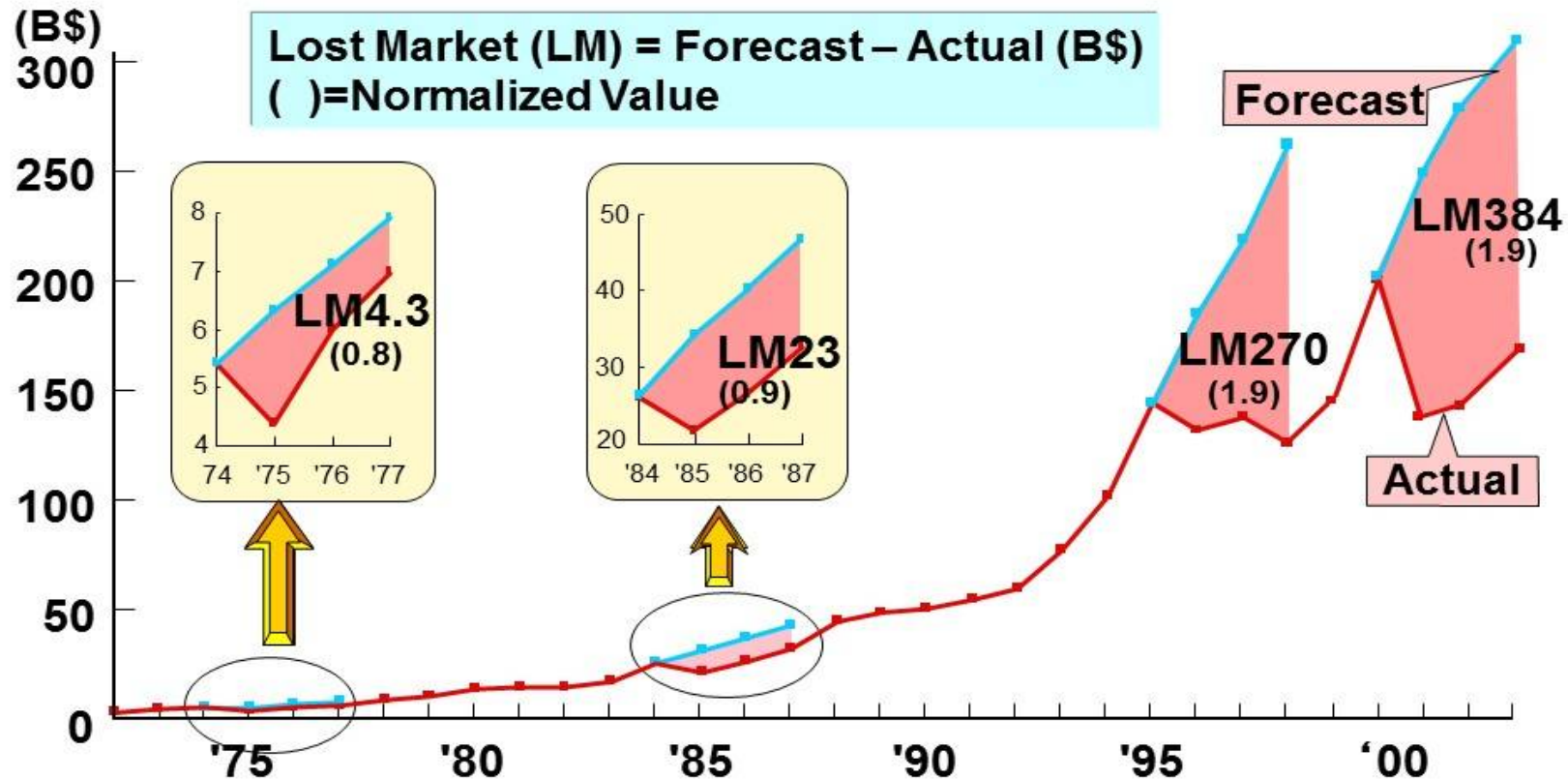
Source: T. Makimoto, IEDM 2002

Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

13

この図は半導体の技術開発の方向が「微細化指向の一本道ではなく、微細化に依存しない多様化が始まる」ということを強調したものである。このコンセプトは2005年のITRSに引き継がれており、“More Than Moore”デバイスとして表現されている。「技術開発の方向もこれまでの単純延長ではない」ということを示している。

Semiconductor Market is Unpredictable



Source: DataQuest, WSTS

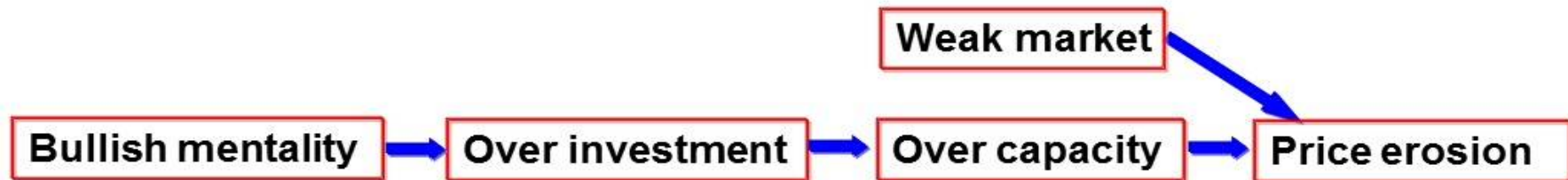
Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

14

図の赤線は70年代以降の市場規模の推移であるが、これまでに4回の大不況があった。夫々の場合に青線で描かれているのは不況が始まる前年になされた予測であり、朱色に塗られた面積は「失われた市場(LM)」である。例えば、2001年不況では1.9年分の市場が失われたのだ。半導体の市場規模は予測不能であり、経営者はこのことを常に忘れてはならない。

Remember the '95 Mentality

- Market will reach **200B\$ in '97**,
exceeding **300B\$ by the year 2000**
- **No more Silicon Cycle** because of
solid state pervasiveness
- **400 new fabs** required by 2000
- **Severe shortage of resources**



Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

15

1995年には次のようなことが予測されていた。市場規模は2000年に300B\$に達するだろう(実際には2013年)。また、半導体があらゆるところに使われているので「シリコンサイクルはもう来ない」と言われた(実際にはその翌年から大不況に)。2000年までに400のファブが必要だと言われて投資が過熱し、過剰供給の原因となった。このことを忘れてはならない。

Outline

★ Impact of Chip Innovation

★ Nothing is on the Extrapolation

★ Longtime Dreams Coming True

目次

★半導体技術革新のインパクト

★将来は単純延長にあらず

★長年の夢が現実に

Emerging Non-Volatile RAM

	FeRAM	MRAM	PCRAM	RRAM
Basic mechanism	Polarization of ferroelectric crystal	Tunneling magneto-resistance effect	Resistance change by material's phase change	Mechanism depends on material used
Current status	Production	Early production	Limited production	R&D
Prospects	Embedded low power application	Embedded/stand-alone hi-speed application	8Gb chip was presented at ISSCC 2012	Promising candidate for SCM (storage class memory)

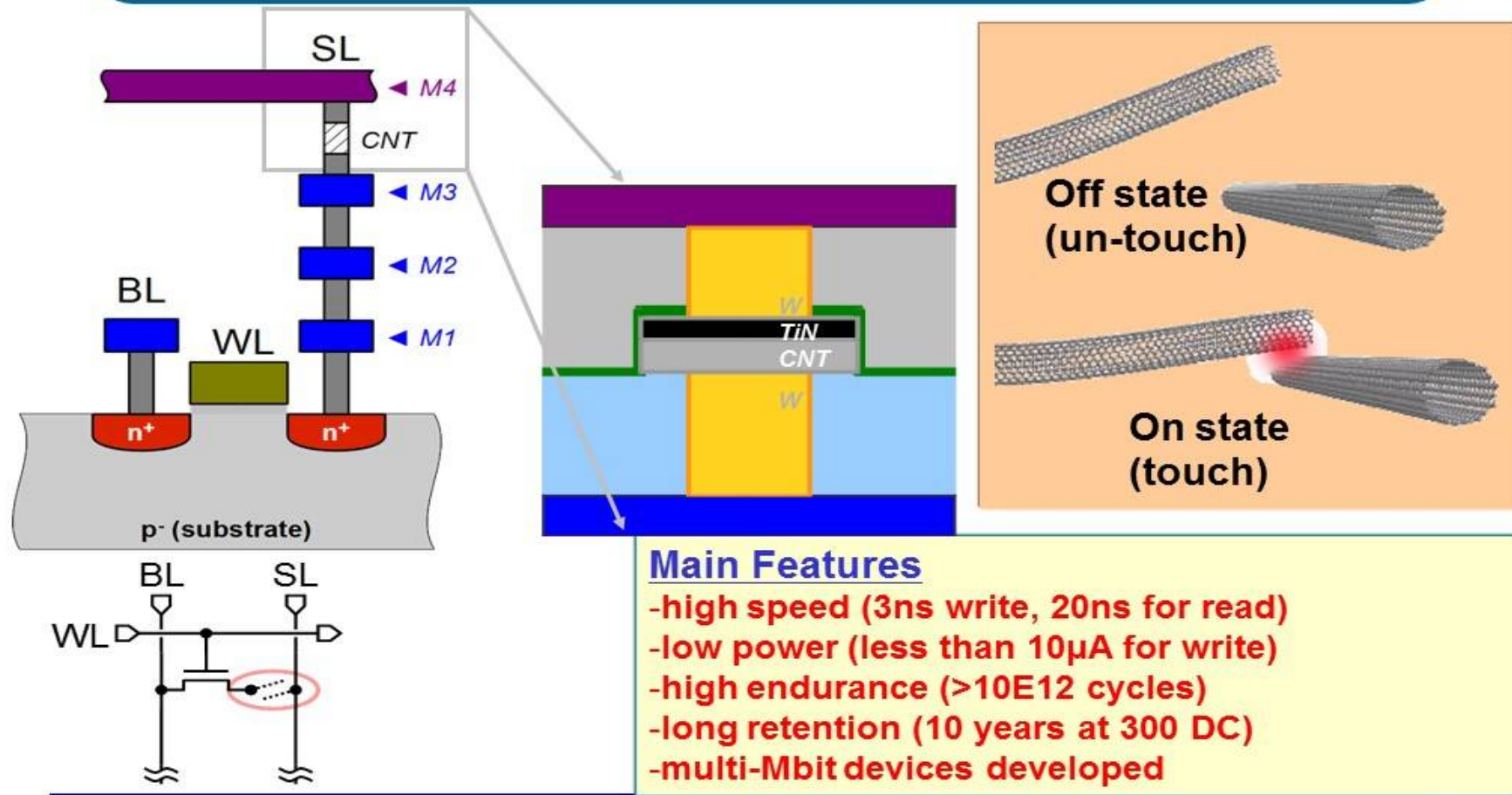
Source: G. W. Burr et. al., IBM Res. and Dev., No.4/5, 2008

Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

17

半導体の長年の夢の一つは不揮発性RAMである。1970年に1KビットDRAM以来、半導体メモリは大躍進を遂げているが、唯一の基本問題はその揮発性(電源を切るとデータが消失すること)にある。最近、各種の不揮発性RAMの開発が進められている。FeRAMはICカードなどの市場で実用化が始まっているが、本命となる不揮発性メモリは量産に至っていない。

NRAM: The New Entrant of NV-RAM



Main Features

- high speed (3ns write, 20ns for read)
- low power (less than 10 μ A for write)
- high endurance (>10E12 cycles)
- long retention (10 years at 300 DC)
- multi-Mbit devices developed

Source: Nantero

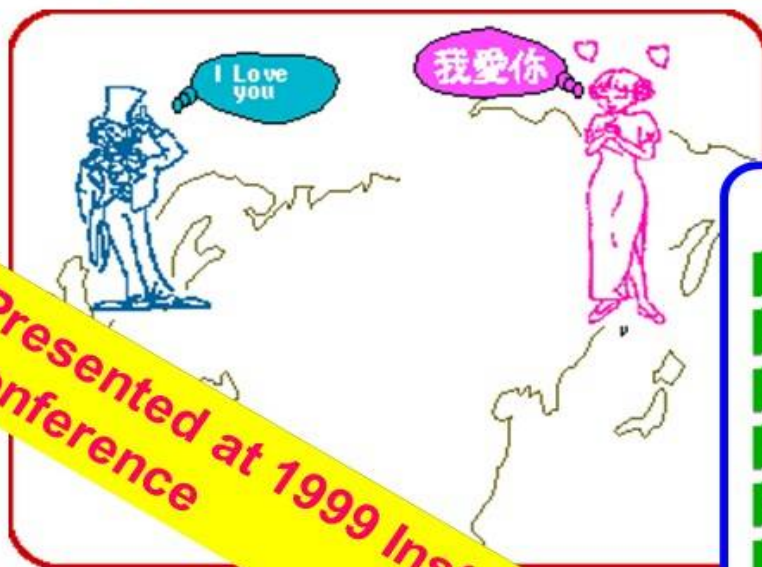
Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

18

CNT(カーボンナノチューブ)を使った新参の不揮発性RAMを紹介する。右上に示すように、二本のCNTが離れていれば両者の抵抗値は高く、接触していれば抵抗値は低い。これでオンとオフを区別する。中央の図にはメモリの断面を示すが、CNT膜が金属電極で挟まれた単純な構造である。高速、ローパワーの性能に加え、高い信頼性が期待されている。

Challenging the Language Barrier

New business potential is opening



Presented at 1999 InStat Conference

SPEECH
TECHNOLOGY
IS THE NEXT
BIG THING
IN COMPUTING
WILL IT PUT
A PC IN
EVERY HOME?

LET'S TALK!

...off late at last's T.E. Wu-
Research Center in Haw-
...ve, N.Y., and the excitement
...possible. Since the 1990s, sci-
...ists here have been strug-
...g—Henry Huggins-like—te-
...systems to talk with humans.
...created powerful programs
...programs what people say with
...in 96% accuracy. Impressively,
...ter, the best most of its
...ies to market with a jump
...table speech program:
...Wake Gold. It transforms
...sentences into text on a
...screen and lets users open
...windows programs by voice command.
...But at Wake, no one seems con-
...tent with this feat. Instead, scientists
...are scrambling to perfect the next gen-
...eration of speech technology, which will
...codes, cylinders, and topographic maps
...on a wall-size display merely by ges-
...turing and speaking to the images.
...With these prototypes, IBM is taking
...a giant step toward a long-stated
...ideal of computer scientists and soft-
...ware engineers: "natural language"—mean-
...ing sentences as people actually speak
...them, unconstrained by special vocabu-
...lary or context. Computers have been
...listening to humans and transcribing
...what they say for years. Since the
...1980s, a host of startups, including
...Kurzweil Applied Intelligence and
...Dragon Systems Inc., have sold spe-

Special Report

Special Report Business Week / Feb 23, 1998

Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

このスライドは13年前(1999年)にIn-Stat会議で発表したものであるが、言葉の壁に対する挑戦が実を結んで、新しいビジネスの機会が近づいているという内容であった。その前年、ビジネスウイークでも“Let's Talk”と題する特集記事が取り上げられ、機運は高まっていた。しかし、その期待は時期尚早であった。長い年月を経て、今ようやくその時が近づいている。

Language Barrier Getting Lower

★ Language understanding has been the longtime dream and challenge for semiconductor technology

★ Why so difficult?

- Many languages in the world
- Many dialects for one language
- One word, different meanings
- Everyone talks differently
- Noise in the real environment

★ Siri as intelligent assistant

- Siri makes phone call, sends messages, sets reminders, and answers your question
- Siri supports English, French, and German



iPhone 4S

Dr. T. Makimoto (TechnoVision)

20

「言葉の理解」はなぜ難しいのか。世界には多くの言語があり、夫々に多くの方言がある。一つの言葉が違う意味を持ち、人は皆違った話し方をする。現場には雑音が多い。これをクリアして登場したのがiPhone4Sに搭載されているSiriである。Siriは話者の言葉を理解して、質問に答えてくれる。言葉の壁が低くなり、新しいビジネスが始まったのである。

Summary

Nothing is on the extrapolation of the past

- ★ Custom or Standard
- ★ Unpredictable semiconductor market
- ★ Diversifying technology directions
- ★ Emergence of new market

Longtime dreams coming true

- ★ NV RAM and language technology

“Catch the turning point and ride the new wave! Bravely!!”

将来は過去の単純延長にはない:

- ★カスタム指向対標準指向は10年ごとに変わる
- ★半導体市場は予測できない
- ★技術の方向は多様化する
- ★マーケットは新しいものに入れ替わる

長年の夢が現実: ★不揮発性RAMと言語技術のビジネスが開けつつある

経営者へのメッセージ: ★ターニングポイントをつかみ、新しい波に乗れ！ 勇敢に！！

◆
GSA / SEMATECH
Memory+ Conference
April 16, 2012



Thank you for your attention!

Tsugio Makimoto, Ph. D

ご清聴ありがとうございました。