

半 導 體 素 子 製 造 의 Yield 改 善

張 東

韓 國 電 子 (株) 半 導 體 事 業 部, 工 場 長

I. 序 論

半 導 體 素 子 의 yield 改 善 이란 쉬운 것이 아니다. 그러나 결코 어려운 것도 아니다라는 것이 半 導 體 產 業 界 에 몸담은 과거 15年 餘 의 經 驗 이다.

重 要 한 것은 어떠한 곳에 焦 點 을 맞추어서 問 題 解 決 을 어떻게 천천히 하느냐 하는 것이다. 實 戰 속 에는 페이퍼에 없는 各 種 knowhow가 있게 마련이다. 즉 長 期 間 의 經 驗 에 依 한 技 術 蓄 積 이라 생각되지만 그것들을 相 互 어떻게 有 效 適 切 하게 利 用 하고 應 用 하느냐 하는 것이 直 接 Yield 改 善 에 影 響 을 준다고 본다. 半 導 體 素 子 製 造 프 로 세 스 를 크게 나누면,

- 單 結 晶 製 作
- 웨이퍼狀 製 作 加 工
- Wafer Fabrication (칩 製 造)
- 어셈블리 (成 品 組 立)

로 나눌 수 있겠으나 本 文 에 서는 當 社 가 操 業 하고 있는 Wafer Fab, 어셈블리 兩 工 程 에 對 해 서만 概 念 의 另 側 面 에 서 記 述 할 까 한다.

II. 本 論

Wafer Fab 工 程, 어셈블리 工 程 으로 크게 나누었을 때 各 工 程 이 갖고 있는 特 殊 性 때문에 問 題 解 決 을 위한 接 近 方 法 도 다르다 할 수 있겠다. 즉 Wafer Fab 工 程 이 素 子 의 機 能 을 갖추기 위한 各 單 位 製 造 工 程 의 製 造 條 件 이 決 定 되는 것에 對 하여 어셈블리 工 程 은 갖춰진 機 能 을 最 大 로 利 用 可 能 케 하는 形 態 로 만들어 주는 것과 한편 生 產 技 術 의 另 側 面 에 서 보면 wafer fab 工 程 이 batch 處 理 方 式 임 에 反 하여 어셈블리 工 程 은 個 別 칩 自 動 處 理 方 式 이라는 差 異 點 도 重 要 한 意 味 를 갖는다고 이야기할 수 있겠다. 그러면 yield 改 善 의 側 面 에 서 兩 工 程 의 重 要 度 는 어떠한가 考 察 해 본다면 흔히 特 性 을 決 定 하지 않는 어셈블리 工 程 에는 技 術 의

興 味 의 弱 化 로 소홀히 하기 쉬운 傾 向 이 있으나 量 產 工 程 에 있어서는 그 重 要 度 가 兩 工 程 이 同 等 한 技 術 의 水 準 이 어야 된다고 생각된다. 半 導 體 의 信 賴 性 레벨은 大 端 히 서어비스하게 要 求 되는 바 이 點 을 特 히 注 目 할 必 要 가 있겠다. 各 工 程 別 로 重 要 한 點 들 을 概 略 의 로 說 明 한다면,

1. 原 資 材 의 Incoming Inspection

우 리 나 라 半 導 體 業 界 大 部 分 의 경 우 처 럼 웨이퍼 등 他 原 資 材 를 外 國 에 서 輸 入 해 오 는 경 우 에 對 해 서는 最 少 限 의 裝 備 로 絶 對 必 要 한 spec 만 이 라 도 체 크 를 해 履 歷 을 整 理 할 必 要 가 있 겠 다.

2. Wafer Fabrication 工 程

1) Broken Wafer

Broken wafer 의 yield 에 미 치는 影 響 은 實 로 多 大 하다. 適 定 Jig 의 改 善 과 技 能 工 들 의 注 意 心 이 무 엇 보 다 도 要 求 된 다. 또 한 레이아웃 의 合 理 的 構 成 을 通 한 Human Factor 의 감 소 (즉 機 能 工 들 의 動 線 단 축 및 連 結 工 程 의 合 理 的 배 치) 등 이 고 려 할 事 項 이 된 다.

2) 프 로 세 스

① Diffusion and Oxidation

熱 處 理 工 程 이 얼 마 나 重 要 한 것 인 지 는 익 히 잘 아 는 事 項 이 지 만 高 溫 加 工 의 경 우 에 어 떤 方 法 으로 웨이퍼 의 thermal shock 를 줄 여 주 느 냐 하 는 것 은 매 우 어 려 운 問 題 다. 特 히 low noise, fine pattern 素 子 에 는 絶 對 적 으 로 熱 에 依 한 damage 를 줄 여 주 어 야 만 한 다. 고 려 되 어 야 할 事 項 으 로 는 다 음 과 같 이 나 누 어 볼 수 있 다.

- 擴 散 爐 에 웨이퍼 를 넣 을 때 와 꺼 낼 때
- 擴 散 溫 度 와 擴 散 時 間 의 고 려
- Wafer container 에 웨이퍼 의 로딩 方 法
- 不 純 物 種 類 에 따 른 擴 散 爐 의 배 치 및 프 로 세 스

方法에 따른 구분

- 高温 프로세스 後 damage 緩和를 爲한 annealing 方法의 研究
- 上記의 事項을 고려한 酸化方式의 細分化(工程 自体의 性質에 따른 프로세스 溫度 決定 및 L.T.O (low temprature oxidation)의 채용, C.V.D 方式의 채용등.)

② Etchant

Etchant의 管理는 製品의 再現性을 좌우하므로 매우 重要하기 때문에 作業標準化(factory standard) 確立을 우선으로 한다. 內容의 으로는 etchant를 構成하는 chemical의 適正配合率 維持, 適正 etching液 溫도의 常時 維持等의 必要性은 두말할 必要가 없겠다. 또 하나를 더 든다면 一定한 時間 또는 一定量의 作業後 液의 交換도 무엇보다 重要하다 하겠다.

③ P.E.P(Photo Engraving Process)

P.E.P.室의 환경은 매우 엄하게 管理되어야 한다. 그 理由는 使用되는 材料는 물론 處理中인 製品까지도 환경에 따라 민감하게 變化되기 때문이다. 管理項目을 나뉘보면 다음과 같다.

- 室内의 溫도와 濕度の 管理
- Dust管理
- 照明管理
- Chemical 保管 場所 및 交換

④ Back Metallization

著眼事項은

- Metal의 適正選擇
- Evaporation時의 眞空度(10⁻⁷torr 程度)
- Growth rate
- Bell Jar 内部溫度

⑤ Probing

테스트 프로그램의 適正化(相關性面), inking의 color, dot size 問題 등은 充分한 檢討가 있어야 하겠다.

⑥ Sawing 및 Cracking

Fabrication 工程에서 最終處理工程으로 대단히 重要한 工程으로서,

- Sawing M/C의 適正品 選擇
- Sawing speed
- Cracking時의 適正條件 確保 등은 hair crack의 防止에 最善의 길이 될 것이며 이는 素子의 信賴性과 直接的인 聯關을 갖는다.

3. 어셈블리 工程

1) Die 利用率

適正 expansion條件, tape의 選擇, sawing의 適正

化 등은 半導體 素子의 어셈블리 作業時 特性의 uniformity를 最大로 높여준다.

2) 프로세스

① Die Bonding

Die collector, work stage의 適正溫度 維持不活性 gas의 雰圍氣 檢討

2) Wire Bonding

Wire size, work stage의 溫度, 不活性 gas 雰圍氣 檢討

3) Testing

프로그램의 適正化, 特히 double test를 必要로 한다. 品名 mixing은 致命不良이다.

4) Marking

mark耐性을 如何히 level up 시킬 것인가 研究必要

4. Utility

1) 純水(DI Water)

純水는 比抵抗이 18MΩ·cm at 25℃ 以上의 純度 및 絶對量을 維持必要하며 bacteria의 發生防止 및 除去, 微粒子의 filtering, silica의 不含有, 特히 最近의 純水 洗滌이 噴射式일때 靜電氣 發生으로 인한 dust 附着防止를 爲한 CO₂ 添加方法은 檢討의 餘地가 있다고 보겠다.

2) 空調

周圍環境의 大氣污染程度 檢討, 溫度, 濕度, cleanliness의 適正設計는 若干 spec을 over 하는 線이 必要.

3) 各種 Gas

O₂, N₂, H₂ 他 doping gas를 除外하고 自家 plant를 갖든지 liquid gas를 vapor시켜 使用하는 것이 바람직스러우며 purifier는 可能한限 附着시키는 것이 좋겠다. 特히 assembly側의 forming Gas의 配合率에 是 充分한 考慮가 있어야 한다고 생각된다.

5. 웨이퍼의 污染(Contamination)

웨이퍼에 污染이 되었는지 안되었는지의 判斷은 대단히 어렵다. Dopant의 污染에 對해서는 作業, booth, 各種 jig의 專用化, tube의 定期的 洗滌 등이 所望스러우며 污染發見 管理方法中에는 1050℃ dry O₂ 中에 1時間 정도 的 oxidation으로 자란 膜色을 觀察하는 方法, 污染된 酸化膜으로 MOS 다이오드를 形成시켜 C-V特性을 測定하는 方法 등이 생각될 수 있으며 적극적으로 管理할 必要가 있다. 또한 오퍼레이터의 clean服 靜電氣發生, 女子 오퍼레이터의 化粧方法도 充分한 檢討가 되어야 하겠다.

6. 安全

이상하게도 安全關係가 適正하게 管理가 되면 yield가 改善된다. 排出 Gas(특히 SiH₄) 등의 適正排出, chemical의 適正管理 등은 直接 yield에 영향을 미친다고 보아도 不足함 없으니 人的, 資源的 側面的 安全은 두 말할 것도 없이 yield 側面에서도 檢討가 充分히 이루어져야겠다.

參考로 當社(韓國電子(株))의 yield를 본다면
Wafer fab 90%
어셈블리 95% 程度가 平均 레벨이다.

Ⅲ. 結 論

以上 概略의인 內容을 記述했으나 各 工程別로 檢討된다면 깊은 理論的 根據를 배경으로 相互工程間에 關聯性을 充分히 檢討하여 密度있게 接近해야 된다고 생각한다. 어쨌던 “Yield 改善은 信賴性的의 改善”이라 이야기 할 수 있겠다. Wafer Fab, 어셈블리 兩工程의 特殊性을 充分히 把握檢討, 作業 lot 全体의 yield up은 信賴性 up으로 直結된다는 것은 半導体 素子部品에 對해서 重要的 意味를 갖는다 하겠다.***

알아봅시다

◆ Concentration

많은 input subchannel이 작은 output channel (subchannel을 모두 함께 수용할 수 없는 정도의 전송용량을 가진 채널)을 활용하려는 concentration 방법에는 다음과 같은 것이 있다. 즉, 들어오는 서브채널의 데이터를 전혀 메모리하지 않는 방법인 라인 스위칭과 메모리하는 방법이 있다. 후자의 경우는 잠시 메모리하는 소위 “hold-and-forward”(Asynchronous Time Division Multiplexing; ATDM) concentrator와 tape나 disk, drum 등에 비교적 길게 메모리하는 “store-and-forward(messagy switching) 방식이 있다.

◆◆ Asynchronous Time-Division Multiplexing (ATDM)

이 line-sharing 방법은 multiplexing과 concentration의 양형태를 다 갖춘 hybrid형으로서, statistical multiplexer 혹은 multiplexer concentrator라고도 한다. 결론적으로 이 방식을 부르는 용어를 나열하면, concentrator, hold-and-forward concentrator, multiplexer concentrator, statistical concentrator, asynchronous time-division multiplexer의 다섯가지가 된다.

대개의 remate terminal은 실제로 온라인 시간의 10%이내로 데이터 전송을 하게 되므로, STDM에서와 같이 고정된 frame format으로 time slot를 배

분 활용하게 되면 상당한 time slot이 무용지물이 되어 버린다. 이점을 방지하려는 것이 바로 ATDM의 기본 목표이다. 즉 당장 데이터 전송을 요구하는 active user에게만 time slot를 배정하므로써 못쓰게 되는 time slot을 줄여 전반적인 선로 이용도와 데이터 전송율을 높이려는 것이다. 해석적인 연구 결과는 이 방법으로서 voice grade line의 경우 STDM보다 2~4배의 end user를 수용할 수 있는 것으로 나타나 있다. 한편 concentrator(ATDM) 기본적인 기능에는 다음과 같은 것이 있다.

- 1) Buffering-low speed line으로 들어오는 데이터를 date block 단위로 저장한다.
- 2) Allocation of storage and control of queues terminal의 데이터 전송 요구시간과 data message 길이가 일정치 않으므로 subchannel을 위한 storage 배분과 quecing delay를 조정해야 한다.
- 3) Receipt of messages on the low speed-lines, 각 subchannel을 계속해서 scanning, sampling, storing을 한다.
- 4) Code translation : 송수신 data stream의 code를 같은 것으로 변환한다.
- 5) Assembly and transmission of messages on high-speed lines addressing, sequencing, synchronization 등.
- 6) error checking, polling.