

特集 ウエハ工場新設に伴う CO₂ 削減活動*

Activities for CO₂ Emission Reduction in Newly Established Wafer Factory

石田 満

Mitsuru ISHIDA

The Kota Plant has a main plant for the manufacturing of semiconductor devices for automotive parts of DENSO. The manufacturing of semiconductor devices requires constant, year-round air conditioning and consumes a large amount of energy. Recently, a new factory was established to respond to an increase in production volume. In the new factory, we introduced a number of state-of-the-art technologies including new air conditioning technologies (air conditioning consumes the most electricity of all utilities), in order to significantly reduce CO₂ emissions. As a result of introduction of new air conditioning technology, significant energy savings have been achieved compared to the clean room facilities of existing factories. This article introduces three major energy saving activities that have been adopted in the new factory.

Key words: Energy saving, CO₂ emission reduction, Clean room, Air conditioning, Air conditioner

1. はじめに

本件は2005年から2006年にかけて自動車部品用半導体を生産する幸田製作所で実施したデバイス製造2部の活動に関するものである。

近年、世界的に地球温暖化防止が重要視される中、弊社では環境方針「デンソーエコビジョン2015」を公表し、売上高当りのCO₂排出量を2010年までに1990年比40%削減と大きな目標を掲げ、全社一丸となって取り組んでいる。当部ではこれを受けCO₂とリンクしているエネルギー費の低減を実施してきている。Fig. 1に当部における売上高当りのCO₂排出量を示す。2003年から2004年は削減計画を達成でき2005年も達成予定である。しかし2006年は新工場の竣工もありこのままだと削減計画を達成できない。そこで、新工場建設時から省エネ活動を行うことにした。

半導体はクリーンルームで製造されるが、そこではFig. 2に示すように大規模な空調が必要とされる。

2. 活動の進め方

本活動を推進するに当たっては新工場建設をスムーズに進行させるため体制構築からはじめ、現状分析に基づいた目標に対して解決策を検討した。

2.1 取り組み体制

Fig. 3に今回の取り組み体制を示す。私が所属するユーティリティ設備の専門であるウエハ施設を中心にプロセス設計のウエハ技術、ユーティリティ設計の施設部、空調、建築、水、電気の各専門メーカーとともに総知総力を結集し活動を進めることとした。

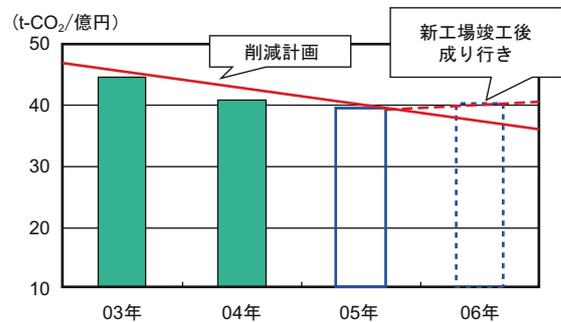


Fig. 1 Changes in CO₂ emissions per sales

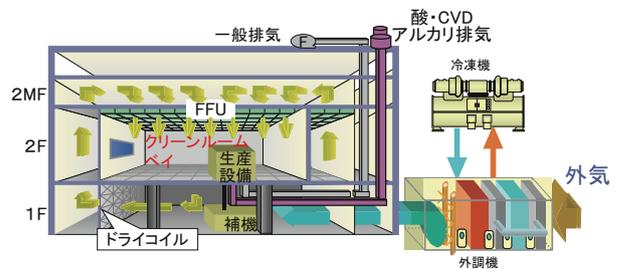


Fig. 2 Outline diagram of a clean room

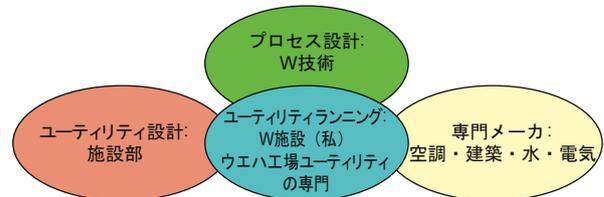


Fig. 3 Organization of activities

* (財)省エネルギーセンターの了承を得て「経済産業省主催 20年度 省エネルギー優秀事例全国大会応募事例」より、一部加筆して転載

2.2 現状把握と分析

既存工場である705工場のCO₂排出量の割合はFig. 4で示すようにユーティリティ設備が全体の64%を占め、またその中でもFig. 5に示すようにクリーンルーム空調設備が60%と大半を占めている。このことからクリーンルーム空調の省エネ活動を実施することとした。

2.3 目標設定

新工場と既存工場とでは、クリーンルームの規模が異なるため単位面積当りのユーティリティ設備CO₂排出量を目標指標として設定した。そしてFig. 6で示すように既存工場の2004年のCO₂排出量よりも新技術導入により1 m²当り20%削減し、全体としては3,000 t-CO₂/Y削減することを目標とした。

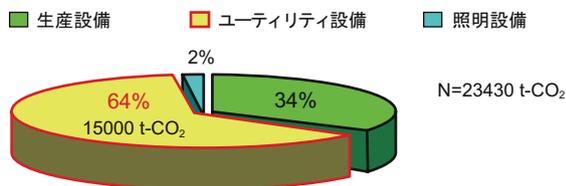


Fig. 4 CO₂ emissions of existing factories

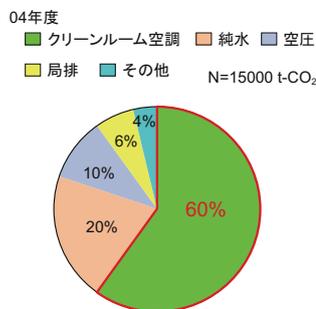


Fig. 5 Breakdown of the CO₂ emissions of existing utilities

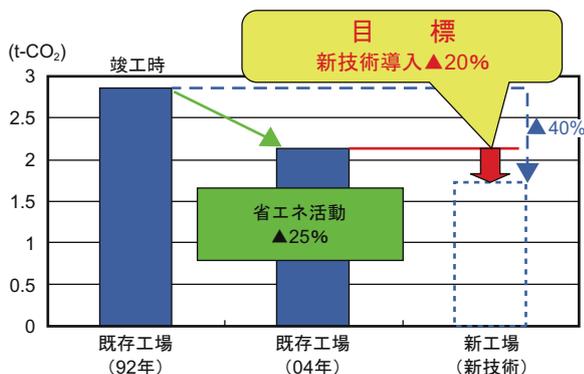


Fig. 6 Changes in CO₂ emissions per unit area of existing factories

2.4 課題と着眼点

既存工場のクリーンルーム構造はベイ方式を採用しており、Fig. 7で示すように1Fにリターンチャンバ、2Fにクリーンルーム（ベイ）、2MF（中2階）にサプライチャンバの3層構造で空気を循環させて、クリーンルーム（ベイ）全体のクリーン度を維持している。クリーン度はクラス1で管理している。その仕組みは次のとおりである。まず外気を外調機にて取込み温湿度を調整し埃を除去する。次にドライコイル（熱交換器）にて再度温度を調整しその空気をFFU（ファンフィルターユニット）にて垂直層流させ循環させる。生産装置の排気は大気に放出しているが外調機から取り込んだ空気とバランスさせて室圧を確保している。また生産装置の補機は空気循環スペースであるリターンチャンバを有効利用し設置している。温湿度管理はクリーンルームと同じ条件（23℃、45%）で空調している。

この方式の課題として三つ挙げられる。まず一つ目はクリーンルーム（ベイ）全体のクリーン度をクラス1に管理するため、FFUの台数が多い。二つ目は生産装置の補機の発熱処理をクリーンルームと同じ温度に制御しているため、ドライコイル用冷水の負荷が大きい。三つ目としては生産装置の排気を大気放出しているため、外調機の負荷が大きいことである。この三つの課題に対して、一つ目はクリーン度の緩和、二つ目は生産装置の補機発熱処理方法の変更、三つ目は生産装置排気の再利用に着眼し、活動を進めることとした。

3. 対策事例

以下に前述した課題解決の着眼点に従い対策した主要な3件の事例について述べる。

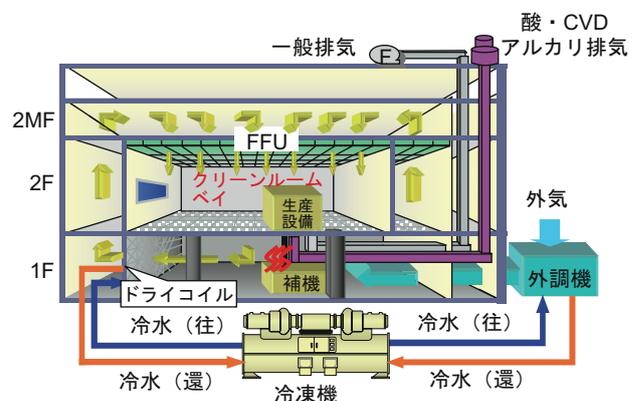


Fig. 7 Clean room structure of existing factories

3.1 FFU 台数低減 (クリーン度の緩和)

3.1.1 現状調査

既存工場ではクリーンルーム (ベイ) 全体のクリーン度をクラス1に管理し、これを維持するために循環を1時間当たり250回実施している。これによりFFUの実装率が天井全体の52%を占めている。FFUの台数を削減するにはクリーン度の緩和が必要となるが、現状使用しているウエハ搬送容器のオープンカセット (Fig. 8) ではウエハがクリーンルーム環境に直接曝露するため、クリーン度を緩和するとウエハが汚染され歩留まりが低下してしまう。このことからウエハ搬送容器の変更の検討が必要である。

3.1.2 対策の実施

プロセス設計部署のウエハ技術と検討した結果、ウエハ搬送用容器を内部がクリーンに維持される密閉式のスミフポッド (Fig. 9) に変更することとした。その結果ウエハがクリーンルーム環境に直接曝露しなくなり、クリーン度をクラス1からクラス10,000に緩和可能となった。これにより Fig. 10 に示すようにクリーンルーム方式をクリーンルーム (ベイ) 全体の清浄度を保つベイ方式から、ウエハを搬送容器から取り出して扱う所のみクラス1とする局所クリーン化の大部屋方式に変更でき、循環回数も1時間当たり250回から70回となりFFU台数の削減が可能となった。また Table

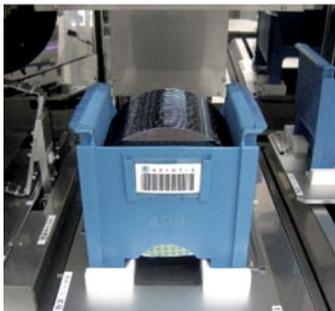


Fig. 8 Open cassette



Fig. 9 SMIF pod

1に示すようにFFU本体を大風量タイプとしたことにより1台当たりの電力量は増加したものの設置台数が857台削減でき更なる省エネを図ることができた。FFUの実装率も25%となり既存工場と比較して50%の削減ができた。

3.2 ドライコイル冷水負荷低減 (アクセサリフロアの設定)

3.2.1 現状調査

クリーンルームの温度はドライコイルにて調整している。Fig. 11 に示すようにリターンチャンバに温度管理の必要の無い生産装置用補機を設置しており、その発熱処理をクリーンルームと同じ温度23°C±0.5°Cで制御していることからドライコイルの冷水負荷が大きくなっている。冷水負荷を低減するには補機設置場所変更の検討が必要である。

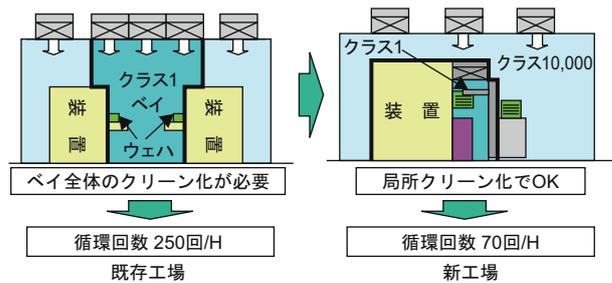


Fig. 10 Comparison of clean rooms

Table 1 Comparison of the number of FFUs

項目	消費電力 (W/台)	能力 (m ³ /min)	台数	年間消費電力 (MWh/Y)	判定
既存工場 FFU	73	13.5	1389	888	×
大風量 FFU	151	30.3	532	704	○

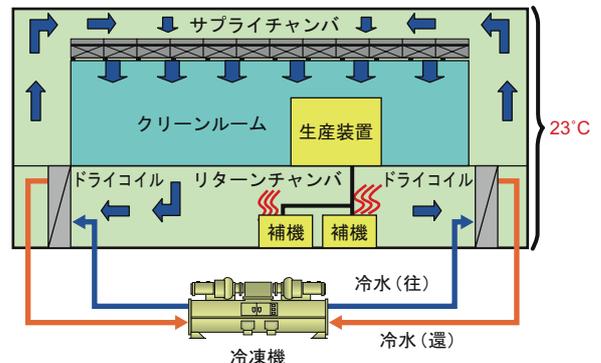


Fig. 11 Constitutional diagram of the dry-coil load

3.2.2 対策の実施

Fig. 12 に示すようにリターンチャンバと一般空調エリアであるアクセサリフロアの二つに分割しアクセサリフロアの温湿度管理基準を温度が 15℃～30℃湿度は成り行きとした。そこに生産装置の補機を設置することによりリターンチャンバの熱負荷をなくすことができ、ドライコイル冷水負荷の低減が図れた。

3.3 一般排気の再利用 (外調機負荷低減)

3.3.1 現状調査

生産装置の排気には、Fig. 13 に示すようにそのまま大気放出される一般 (熱) 排気と、有害ガスを除害装置およびスクラバーにて無害化し大気放出している酸・CVD・アルカリ排気の 2 種類がある。クリーンルーム内は常時、陽圧状態にする必要があるため、大気に排出した量の外気を外調機で取り入れる必要がある。現状、すべての排気を大気に放出していることから外調機の負荷を低減するには排気の再利用の検討が必要である。

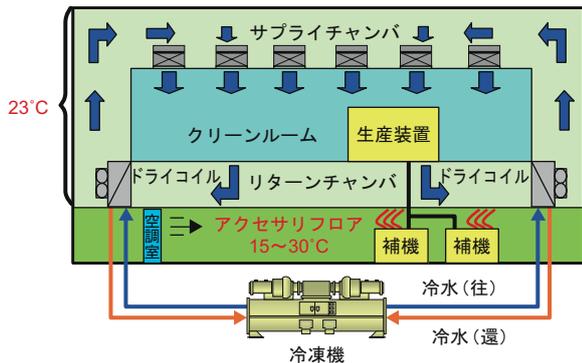


Fig. 12 Diagram of the reduction Measures of the dry-coil load

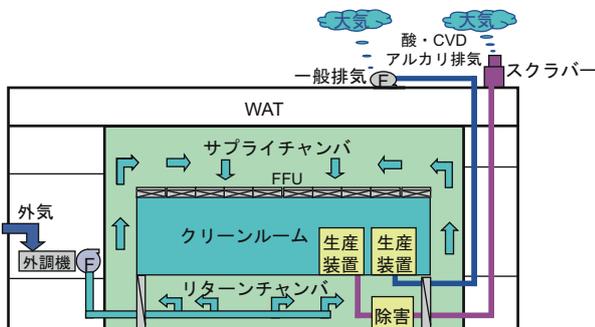


Fig. 13 Constitutional diagram of the air conditioner load for external hydrothermal environment

3.3.2 対策の実施

排気の再利用を実施するに当り、まず排気の再利用可能条件を検討することにした。その結果、対象設備としては人体に悪影響を与えない有害物未使用設備とし、排気温度は高すぎるとドライコイルの負荷が大きくなるため 30℃未満と設定した。この条件で検討した結果 Table 2 に示すように一般排気 (30℃未満) のみ再利用することとし、サプライチャンバに吹き出させてクリーンルーム内を循環させることにより外調機の負荷低減を図ることができた。循環方法としては Fig. 14 に示す。

Table 2 Study of the reuse of general exhaust air

	酸	CVD	一般 (熱)	有機	アルカリ
有害物	×	×	○	×	×
排気温度	○	○	○	○	○
判定	×	×	○	×	×

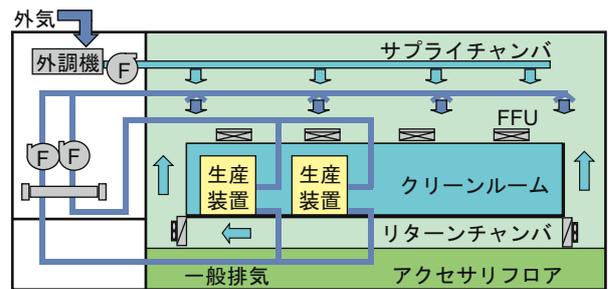


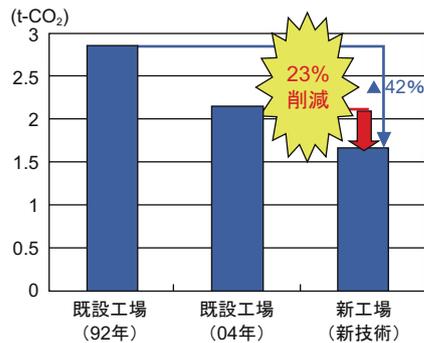
Fig. 14 Diagram of the measures for the reuse of general exhaust air

Table 3 CO₂ emission reduction

省エネ活動項目	CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /Y)
FFU 台数削減 (事例 1)	535
ドライコイル冷水負荷低減 (事例 2)	40
一般排気再利用 (事例 3)	42
高効率冷凍機の採用	1500
統合型熱源の運転方式の採用	187
冷水温度差による搬送動力の低減	230
冷水 2 次ポンプ変流量・変揚程制御	170
RO 装置 CO ₂ 削減	177
RO ブライン水熱回収	43
合計	3430

4. 効果の確認

省エネ効果をまとめると FFU 台数低減で 535 t-CO₂/Y, ドライコイル冷水負荷低減で 40 t-CO₂/Y, 一般排気再利用で 42 t-CO₂/Y 削減できた。その他にも, Table 3 で示すような省エネ施策により合計で 3,430 t-CO₂ 削減ができた。1 m² 当りの CO₂ 削減量としては Fig. 15 に示すように 2004 年既存工場と比較して 23%削減となり目標を達成できた。



目標 3000 t-CO₂/Y低減
3430 t-CO₂/Y削減 目標達成

Fig. 15 Reduction of CO₂ emissions per unit area

5. おわりに

結果は前記の通りであるが, 今回の活動を通して次の副次効果も得られた。協力者とのコミュニケーションが深くなり技術的な交流を深めることができた。また工場建設にたずさわりの工場の生まれから知ることができ今後の保守管理に生かすことができる。

今後は更なる CO₂ 削減を目指して次の事項を実施して行く。新工場で取り入れた CO₂ 削減アイテムを既存工場へフィードバックすると共に新工場の運用状態を詳細に分析して更なる CO₂ 削減活動を推進する。



<著者>



石田 満
(いしだ みつる)
デバイス製造2部
半導体生産工場の保全業務に従事