

# F-GHG 測定・管理ガイドライン

2011 年 5 月

一般社団法人 電子情報技術産業協会  
半導体環境委員会・PFC 専門委員会

一般社団法人 電子情報技術産業協会が発行している規格類は、工業所有権（特許、実用新案など）に関する抵触の有無に関係なく制定されています。

一般社団法人 電子情報技術産業協会は、このガイドラインの内容に関する工業所有権に係る確認について、責任はもちません。

## 序文

地球温暖化は現在世界が直面している深刻な問題であると考えられている。

そして JEITA 半導体環境委員会は、温暖化対策を進めるためには F-GHG の大気への排出量の把握が必要であり、適切かつ効率的な F-GHG 排出量把握の手法は温暖化対策の進展に寄与する と考えている。

2006 年版 IPCC（気候変動に関する政府間パネル）ガイドラインは、F-GHG 除害装置の除害効率でデフォルト値を使用できる条件は、その性能が使用状況下で測定され確認されていることと記載している。

本ガイドラインでは、F-GHG を排出する設備装置のユーザーが、自らが排出している F-GHG の排出量を的確に把握し、把握内容に基づく削減計画の立案と実施ができるよう、F-GHG 排出量を把握するための効率的な測定と 測定の時期・頻度の管理方法を提供する。

JEITA 半導体環境委員会は、F-GHG 排出量把握対象範囲や、常に進展する設備技術や管理技術に対応するために、本ガイドラインを公表し、更新してゆくので、F-GHG を排出する設備装置のユーザーは活用していただきたい。

## 目次

1. 目的
2. 適用範囲
3. 制限・制約
4. 引用規格／文書
5. 用語の定義
6. 一般条項
7. 測定器
8. F-GHG 量の測定方法
9. F-GHG 排出量の測定時期・測定頻度
10. 装置からの排出量を推定するための統計処理の方法
11. 報告書
12. 改訂履歴
- 13 参考資料
14. 関連情報

## 1. 目的

- 1.1. 本ガイドラインは、F-GHG の大気への排出量の効率的な測定方法と、測定の管理について提案する。
- 1.2. 本ガイドラインは、半導体製造装置・液晶製造装置 (以下、プロセス装置) の F-GHG の反応率と、F-GHG 除害装置 (以下、除害装置) の除害効率の効率的な測定方法を提案する。
- 1.3. 本ガイドラインは、測定の回数や実施コストを削減するため、測定手順・測定の時期・頻度の管理方法を提案する。
- 1.4. 本ガイドラインは、一連のオプションや説明事項を通して、プロセス装置と除害装置の運転管理のために利用できる技術をユーザーに対して情報提供する。

## 2. 適用範囲

- 2.1. 本ガイドラインは、F-GHG を排出する設備装置のユーザーが、半導体製造装置・液晶製造装置 (以下、プロセス装置) の F-GHG 排出量と、反応率を測定する場合に適用する。
- 2.2. 本ガイドラインは、F-GHG を排出する設備装置のユーザーが、除害装置の F-GHG 排出量と、除害効率を測定する場合に適用する。
- 2.3. 本ガイドラインは、FCs のうち、半導体業界で主に使われている次の 7 種類の温室効果ガスを対象とする。以降これらのガスを F-GHG と記す。  
①CF<sub>4</sub>、②C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、③C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>、④c-C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>、⑤CHF<sub>3</sub>、⑥SF<sub>6</sub>、⑦NF<sub>3</sub>

## 3. 制限・制約

- 3.1. 本ガイドラインは、F-GHG を排出する設備装置のユーザーに F-GHG の排出量、反応率または除害効率の測定を義務付けるものではない。
- 3.2. 本ガイドラインは、F-GHG を排出する設備装置のユーザーに F-GHG の排出量、反応率または除害効率の測定方法を制限するものではない。
- 3.3. 本ガイドラインは、F-GHG を排出する設備装置のユーザーに F-GHG 排出量の管理方法を制限するものではない。
- 3.4. 本ガイドラインは、F-GHG の反応率、排出量または除害効率、測定頻度について、一定の目標を設定するものではない。
- 3.5. 本ガイドラインは、本ガイドラインの使用者の所在する地域の法律および規制に代わるものではない。

**注意:** このガイドラインはその使用に関連した全ての安全問題を取り扱うことを意図していない。このガイドラインの使用者は、その責任において、適切な安全および健康上実施すべき事柄を確立し、また使用前に法規制やその他の制限への適用性を判断するものである。

## 4. 引用規格／文書

## 5. 用語の定義

	略語	英語	日本語
1	FCs	Fluorinated Compounds	フッ素化合物類
2	F-GHG	Fluorinated Greenhouse Gas	フッ素系温室効果ガス
3	FT-IR	Fourier Transform – Infra Red Spectrometer	フーリエ変換型赤外分光分析計
4	IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
5	ISMI	International SEMATECH Manufacturing Initiative	半導体生産性向上共同開発機構 (日本語正式称が無いため意識)
6	QMS	Quadrupole Mass Spectrometer	四重極質量分析計
7	SEMI	Semiconductor Equipment and Materials International	半導体製造装置材料協会
8	SEMATECH	Semiconductor Manufacturing Technology Institute	半導体製造技術国際共同研究機構 (日本語正式称が無いため意識)

## 6. 一般条項

### 7. 測定器

測定には校正された測定機器を使用する。

本ガイドラインで測定器として例示している FT-IR, QMS の概要については、「関係情報；測定器の概要」を参照のこと。

### 8. F-GHG 量の測定方法

F-GHG の濃度×流量の時間積分 (※) を F-GHG の量と定義する。この章では、F-GHG の濃度測定方法に関して説明した後、各種装置に投入、および、各種装置から排出される反応副生成物を含む F-GHG の種類、流量、時間の把握方法を示す。把握された値から F-GHG 量を算出する事で、各装置の F-GHG の反応率や除害効率などの性能を把握することを可能にする。

装置に投入する F-GHG と装置から排出される反応副生成物を含む F-GHG を測定の対象とする。

$$(\ast) \quad V_{total} F - GHG \text{総量} = \sum_{i=1}^n \left( \int_0^{\infty} C_i(t) \times F_i(t) dt \right)$$

$C_i(t)$  : 濃度、 $i$  : ガス種類、 $n$  : ガス種類数、 $F_i(t)$  : 流量

#### 8.1. F-GHG 濃度の測定

8.1.1. F-GHG 濃度の測定は、FT-IR などの一般的に認められた手法を用いる。

8.1.2. F-GHG 濃度の測定では、各種装置から排出される反応副生成物を含めた測定が必要となる。

8.1.3. F-GHG 濃度の測定は、FT-IR を用いた簡易測定方法を利用することができる。FT-IR 簡易測定の詳細については [FT-IR による PFC の簡易計測方法] 参考資料 1) を参照のこと。

## 8.2. F-GHG 流量の把握

- 8.2.1. 各測定点での総流量の把握には、実測定の他に、①投入ガス流量を合算する方法、②装置内で量が変わらないガス（トレーサーガス）を一定流量濃度で投入し、装置出口のトレーサーガス濃度から算出する方法、③CF<sub>4</sub>等を一定流量濃度で投入し、装置出口のCF<sub>4</sub>等の濃度から算出する方法がある。

ただし、CF<sub>4</sub>等の分解性ガスの使用に当たっては、以下の注意が必要である。

①装置内で反応する可能性のある条件では装置出口以後十分温度が下がった場所から、②装置内で使用ガスが反応しない条件では装置入り口から一定量を投入する

## 8.3. 時間の把握

- 8.3.1. F-GHG 測定対象時間の把握には、実測定の他に、装置へのガスの投入時間で把握する方法がある。

## 8.4. プロセス装置に投入、および、プロセス装置から排出される F-GHG 量

### 8.4.1. 投入される F-GHG の量を把握する

F-GHG 種を決定し各ガスに対して 投入流量の測定、ガス投入時間、濃度を把握⇒当該ガスの量を得る。

### 8.4.2. 排出される F-GHG の量を把握する

排出ガスの総流量とそれに含まれる F-GHG 種と濃度を把握する。

排出ガス中に F-GHG が含まれている時間を把握する⇒当該ガスの量を得る。

### 8.4.3. F-GHG 反応率は、プロセス装置に投入、および、プロセス装置から排出された F-GHG 量の比から

$$\text{F-GHG 反応率} = (\text{投入量} - \text{排出量}) / \text{投入量}$$

で算出される。

- 8.4.4. プロセス装置に投入される各種のガスに対して測定が実施されるよう、レシピ（測定時の装置動作条件）を選択すること。1つのレシピにて装置に投入される全ての F-GHG 種がカバーできない場合は、複数のレシピについて測定することで、装置に投入される全ての F-GHG 種に対しての測定を実現する。

- 8.4.5. 測定は最低でもウェハー5枚を処理する。

- 8.4.6. 分解率データは、未分解時間も加味し積算して求める。

- 8.4.7. 排気総流量の把握には、実測定の他に、個々の投入ガス流量を合算する方法がある。ポンプの希釈 N<sub>2</sub> などプロセスによって体積が変わらないガスが排気総流量の多くを占める場合は、プロセスガスの体積変化を無視できることがある。

投入されたプロセスガス体積がプロセスによって k 倍に体積変化し、プロセスによって体積が変わらないガスの流量が投入されたプロセスガス体積流量の m 倍だとすると、プロセスガスの体積変化を無視することによる誤差は、実排出ガス流量 (k+m) を (1+m) とする誤差だから、

$$1 - \{ (1+m)/(k+m) \} \times 100 [\%] = (k-1) / (k+m) \times 100 [\%]$$

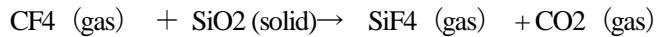
である。

(k-1) << (1+m) のとき、

$$\approx (k-1) / m$$

である。

例) CF<sub>4</sub> による SiO<sub>2</sub> のエッチングの反応が



である場合、1 mol の CF<sub>4</sub> ガスが SiF<sub>4</sub> ガスと CO<sub>2</sub> ガス各 1 mol(合計 2 mol)の排気になる。

プロセスチャンバに導入された CF<sub>4</sub> ガスの 20%が、このエッチング反応に使用される場合、

$$k = 1 + 20/100$$

である。

100sccm の CF<sub>4</sub> を プロセスガスとして投入し、真空ポンプでの排気希釈が 25,000sccm

(m=250) だとすると、投入されたプロセスの体積変化を無視することによる誤差は、

$$\text{誤差} \approx (20/100)/250 = 20/25,000 = 0.08 \%$$

である。

投入されたプロセスの体積変化を無視することによって発生する誤差は、濃度測定の誤差や測定する装置台数が有限であることによる誤差など、他の誤差の 10 分の 1 以下である場合には、無視できる。

#### 8.5. プロセス装置の反応率簡易測定方法

投入されたプロセスの体積変化を無視できる場合には、以下の反応率簡易測定方法が使用できる。

##### 8.5.1. 投入及び排出される F-GHG 濃度の測定

IN 側濃度は、プラズマを OFF にし、プロセス装置出口で FT-IR により F-GHG 濃度を測定する。

この時の濃度を C<sub>Yin</sub> とする。

OUT 側濃度は、プラズマを ON にし、プロセス装置出口で FT-IR により F-GHG 濃度を測定する。

この時の濃度を C<sub>Yout</sub> とする。

排出される F-GHG の量の推定

投入されたガス量が、A sccm で t 分の場合、

$$Y_{in} = A \times t \quad (\text{cc})$$

Y<sub>in</sub> = A · t cc なので、放出される F-GHG の量は、

$$Y_{out} = Y_{in} \times \frac{C_{Yout}}{C_{Yin}} \quad (\text{cc})$$

このとき、プロセス装置の F-GHG の反応率は下記により簡易に求められる。

$$\text{反応率} = 1 - (Y_{out}/Y_{in})$$

体積変化を無視できない場合は、総ガス流量を計測し、以下の Y<sub>out</sub> · Y<sub>in</sub> を用いて計算できる。

Y<sub>out</sub> : プロセス装置 (プラズマ on) から排出される未反応の F-GHG 量

$$Y_{out} = C_{Yout} \times \text{全ガス量 (プロセスガス+希釈ガス量)}$$

Y<sub>in</sub> : プロセス装置に入る F-GHG 量

$$Y_{in} = C_{Yin} \times \text{全ガス量 (プロセスガス+希釈ガス量)}$$

#### 8.6. CVD 装置クリーニング時の測定注意点

実際の運用状況に準じた成膜後のクリーニング時に測定すること。理由は、成膜の有無で、F-GHG の反応率、副生成ガスの生成率に影響を及ぼすため。

#### 8.7. 除害装置に投入、および、除害装置から排出される F-GHG 量

- 8.7.1. 投入される F-GHG の量を把握する  
除害装置に導入されるガスの総流量とそれに含まれる F-GHG 種と濃度を把握する。  
導入ガス中に F-GHG が含まれている時間を把握する⇒当該ガスの量を得る。
- 8.7.2. 排出される F-GHG の量を把握する  
除害装置から排出されるガスの総流量とそれに含まれる F-GHG 種と濃度を把握する。  
排出ガス中に F-GHG が含まれている時間を把握する⇒当該ガスの量を得る。
- 8.7.3. 除害効率= 除害装置に投入、および、除害装置から排出された F-GHG 量の比から  
除害効率 = (投入量 - 排出量) / 投入量で算出される。
- 8.7.4. プロセス装置に投入される各種のガスに対して測定が実施されるよう、レシピ（測定時の装置動作条件）を選択すること。1つのレシピにて装置に投入される全ての F-GHG 種がカバーできない場合は、複数のレシピについて測定することで、装置に投入される全ての F-GHG 種に対しての測定を実現する。
- 8.8. プラズマ式除害装置の F-GHG 除害効率の測定方法
- 8.8.1. プラズマ式除害装置の除害効率は除害装置のプラズマ ON/OFF 時の排出量比から算定される。  
除害効率 = (プラズマ OFF 時排出量 - プラズマ ON 時排出量) / プラズマ OFF 時排出量
- 8.8.2. 除害対象とするプロセス装置がプラズマ式である場合は、以下 2 種類の測定を行う。  
1) プロセス装置のプラズマ OFF 時。（プロセスガスに対する除害効率）  
2) プロセス装置のプラズマ ON 時。（プロセスガスと副生成物に対する除害効率）
- 8.8.2.1. プロセス装置のプラズマ OFF 時の除害効率測定方法  
測定は、プロセス装置のプラズマを OFF にし、実プロセスガス条件での測定を実施する。あるいは、プロセス上の最大負荷条件が明確な場合は最大負荷条件の測定結果で代表することができる。
- 8.8.2.2. プロセス装置のプラズマ ON 時の除害効率測定方法  
測定は、プロセス装置のプラズマを ON にし、実プロセスガス条件での測定を実施する。あるいは、プロセス上の最大負荷条件が明確な場合は最大負荷条件の測定結果で代表することができる。

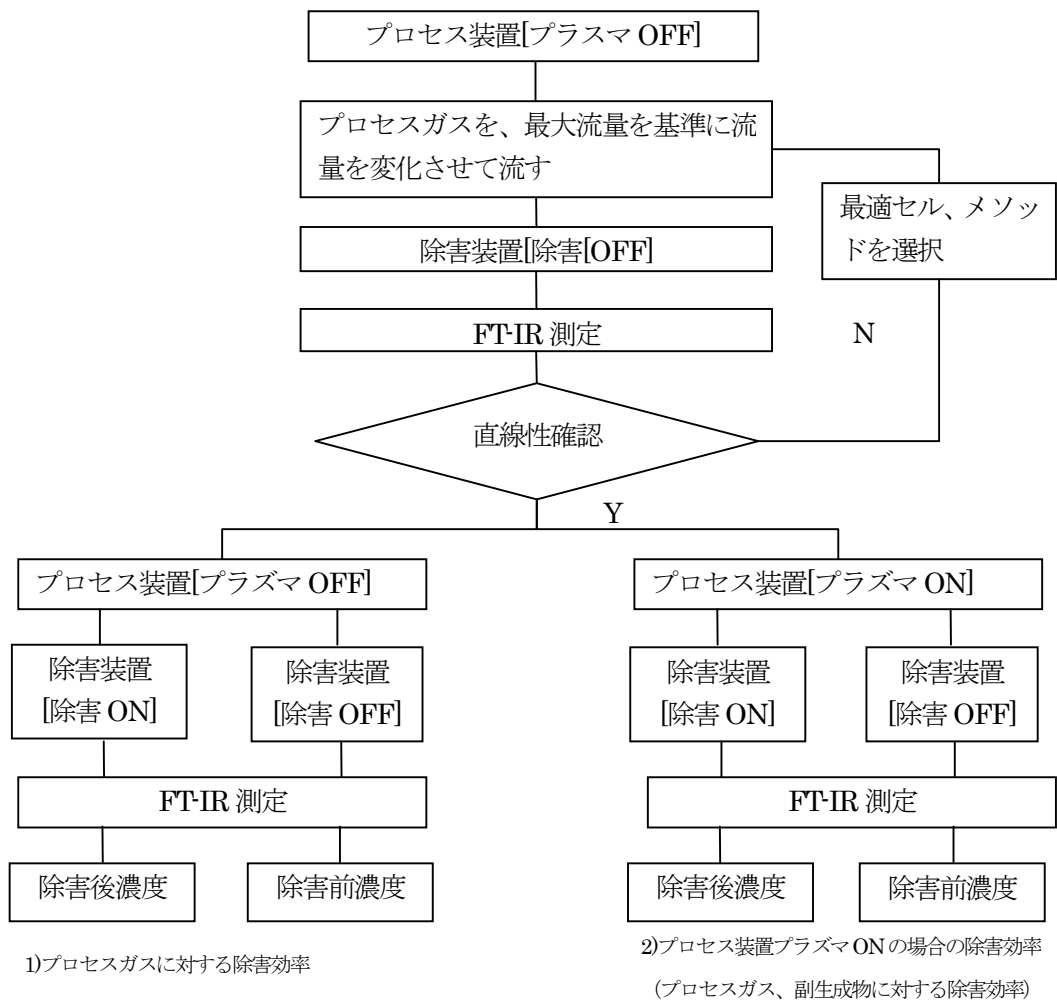


図 8.8.2.2. プラズマ式除害装置の測定フロー

8.9. 燃焼式除害装置の F-GHG 除害効率の測定方法

8.9.1. 燃焼部のみで構成される除害装置

燃焼式は、燃焼部へのガス（燃料・酸素・空気など）の供給量が多いので、希釈効果が大きく、F-GHG 濃度が小さくなるため、セル長などの調整を行い計測可能な濃度レンジを選択する必要がある。除害装置に導入される F-GHG 量と、エア－および燃料（燃焼して排気ガスとなる）の量を把握すること。

測定は、燃焼の ON 時と OFF 時の装置出口、または、燃焼時の除害装置前後でおこなう。

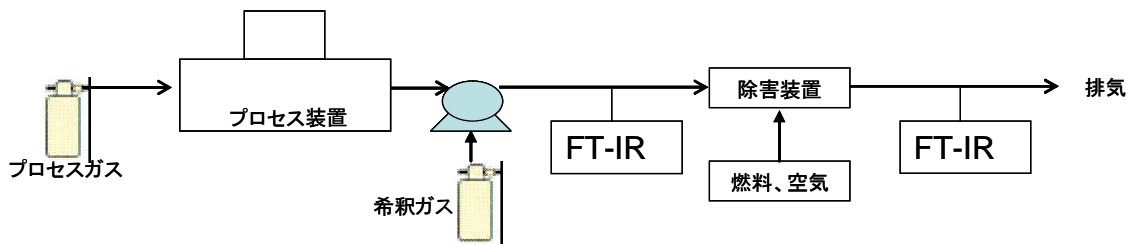


図 8.9.1 燃焼式除害装置の模式図

- 8.9.2. 燃焼部とスクラバーで構成される除害装置  
測定は、除害装置の前後でおこなう。除害効率、前後の F-GHG 量比率で求める。除害のための燃焼無しでの測定は、可燃性の燃料ガスが排気に含まれているので危険である。  
この時、FT-IR の検出波形から水の波形を差し引くことで、より正確な計測ができる。
- 8.10. ヒーター式、触媒式の F-GHG 除害効率の測定方法
- 8.10.1. 測定は、F-GHG 量を、除害装置の前後またはヒーターON/OFF でおこなう。
- 8.10.2. 除害効率は、除害装置前後またはヒーターON/OFF の F-GHG 量の比率で求める。
- 8.10.3. ヒーター式、触媒式除害装置の除害効率は、除害装置のヒーターON/OFF 時の排出量比から  
除害効率 = (ヒーターOFF 時排出量 - ヒーターON 時排出量) / ヒーターOFF 時排出量  
と算定される。
- 8.11. 吸着式、膜ろ過式の F-GHG 除害効率の測定方法
- 8.11.1. 測定は、F-GHG 量を、除害装置の前後でおこなう。
- 8.11.2. 除害効率 (吸着率、ろ過率) は、除害装置前後の F-GHG 量の比率で求める。
- 8.12. 回収装置の F-GHG 除害効率の測定方法
- 8.12.1. 測定は、F-GHG 量を、回収の前後でおこなう。
- 8.12.2. 除害効率 (回収率) は、回収前後の F-GHG 量の比率で求める。  
除害効率 = (回収前 F-GHG 量 - 回収後 F-GHG 量 (=未回収 F-GHG 量)) / 回収前 F-GHG 量
- 8.13. その他  
スクラバーなどを設置している場合、水の影響について考慮すること。  
上記以外の F-GHG 除害として設計された装置の測定方法は、装置前後でおこなう。

## 9. F-GHG 排出量の測定時期・測定頻度

この章では、装置から排出される F-GHG 量を把握するための測定時期、並びに測定頻度の低減の可能性 (手法) について述べる。

- 9.1. 測定時期  
装置能力の変化・改善など、装置使用中の変動状態を把握するために必要な測定時期を記載する。
- 9.1.1. 基本的には、本ガイドライン適用時・装置導入時・新プロセス確立時・メンテナンス前後時に測定をおこなうこと。
- 9.1.2. その他、反応率や除害効率の低下が予測されるような装置変化時には測定する。  
例) プロセスレシピ変更時 (ガス変更など)、プロセス装置・除害装置の改造時。
- 9.2. 個々の装置における測定頻度低減の可能性 (手法)
- 9.2.1. 装置で使用される各ガスの代表的なレシピの反応率を測定する。代表的なレシピとは、該当装置において、使用 F-GHG の測定精度を保つために必要な割合のレシピを指す。最も反応率が低いレシピが明らかな場合はそのレシピを代表とすることができる。
- 9.2.2. 装置への負荷が少ないと想定される使用条件に対しては、より負荷が大きい使用条件の測定結果を代用することができる。この場合、排出量は過大評価 (分解率としては過小評価) の値となる。
- 9.2.3. プロセス装置は、プロセス条件管理にて性能の安定性が確認できる場合、反応率及び副生成率は維持可能と考えられるので、測定回数を軽減できる。

- 9.2.4. メンテナンス前後を含む分解率の変動要因、及びその変動範囲と変動パラメータとの相関関係とが把握できる場合や、除害装置の中に性能維持の確認が可能な機構の付いている場合は、日常点検（モニタリング）にて除害装置の性能確認を代用し、測定回数を軽減できる。
- 9.2.5. メンテナンス前後での除害効率測定によりメンテ後に除害効率が確実に良くなることが実証されれば、その後はメンテ前の除害効率を確認すればよい（メンテ後の測定は省略することができる）。
- 9.2.6. 装置にモニタリング機能があり F-GHG 測定の代用として適当であることが確認できた場合には、測定頻度が低減される場合もある。これは予期しない F-GHG の排出過多を防止したり、その発生を早期に発見・是正するための手法にも用いることができる。
- 9.3. 代表装置での測定による測定対象数低減の可能性
- 9.3.1. 同一レシピで装置構成が同じ場合は、それらの装置が適切に管理されていれば一つの装置での測定結果を代表値として使用できる。
- 9.3.2. 同一レシピで除害能力に関わる装置構成が同じ場合は、それらの装置が適切に管理されていれば一つの装置での測定結果を代表値として使用できる。

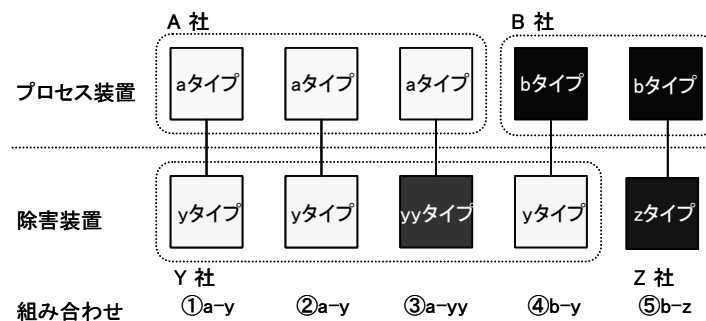


図 9.3.2. プロセス装置と除害装置の組合せ例

- ①②は装置構成が同じで(9.3.1)、  
 ①②④は除害能力に関わる装置構成が同じ(9.3.2)

- 9.4. プロセス装置出口の測定低減の可能性
- 9.4.1. プロセス装置と除害装置が一体と見なせる場合（プロセス装置出口の F-GHG 量と除害装置入口の F-GHG 量が等しい場合）は、一体として排出量を把握するためには、反応率・除害効率を個々に測定せずプロセス装置出口及び除害装置入口の測定を省略できる。
- 9.5. 測定頻度低減に伴うリスク
- 9.5.1. 計測時に、所望の反応率や除害効率の性能が出ていなかった場合、前回の計測に時点に遡って、今回計測の反応率値や除害効率値を使用しなければならない。

## 10. 装置からの排出量を推定するための統計処理の方法

一般的統計手法に基づく。

## 11. 報告書

報告項目							
報告日							
報告者	所属)					氏名)	
測定日							
測定者	所属)					氏名)	
測定場所							
製造装置							
除害装置							
測定器							
測定ガス(レシ)							
測定目的	本ガイドライン適用	装置導入	新プロセス確立	メンテナンス	装置改造	プロセス変更	定期測定
処理条件							
測定方法							
校正							
バックグラウンド							
測定結果	入口濃度	入口流量	出口濃度	出口流量	反応率	除害装置	
考察:測定精度							



## 12. 改訂履歴

## 13. 参考資料

- 1) [Simple Method for PFC Characterization using FT-IR Rev 2.20] FT-IR による PFC の簡易計測方法
- 2) Guideline for Environmental Characterization of Semiconductor Process Equipment – Revision 2 (ISMI Technology Transfer #06124825B-ENG (December 9, 2009))
- 3) Protocol for Measuring Destruction or Removal Efficiency (DRE) of Fluorinated Greenhouse Gas Abatement Equipment in Electronics Manufacturing

## 14. 関連情報

### 14.1. 測定器の概要

F-GHG の測定で使用するフーリエ変換形赤外分光分析計 (FT-IR: Fourier Transform-Infrared Spectrometer) 及び四重極質量分析計 (QMS: Quadrupole Mass Spectrometer) を測定装置の例として、14.1.1.、14.1.2 に示す。

また、F-GHG の測定器としては認められていないが、使用方法や技術の進展に伴って管理用モニタとして利用できるようになる可能性を持っていると思われる技術に関しても「14.2 モニタの概要」で言及してある。

#### 14.1.1. フーリエ変換形赤外分光分析計

図 14.1.1. に、フーリエ変換形赤外分光分析計の構成例を示す。分析計は、光源部、試料部、分光測光部 (干渉計、検出器、増幅器、A/D 変換器、サンプリング信号発生器)、フーリエ変換部、データ処理部、表示・記録部などで構成する。

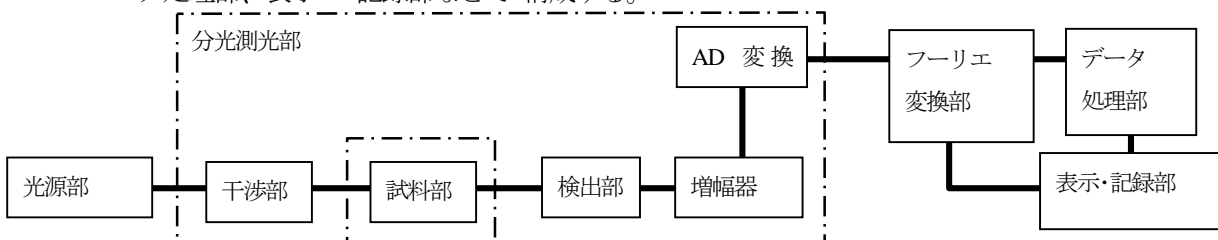


図 14.1.1. FT-IR 装置の構成例

フーリエ変換形赤外分光分析計（以下FT-IRと略記する）は、マイケルソン干渉計で試料透過光の干渉図形を測定し、干渉図形をフーリエ変換することで試料の吸収スペクトルを得て、試料中のGHG種と濃度を推定する測定装置である。

## (1) 測定での注意点

- 1) FT-IR の測定では、測定対象に対してガスセル長を最適にする必要がある。高濃度ガス測定時は短いセルを使用し、低濃度ガス測定時は長いセルを使用する。また、ガス濃度はN2 ガスなどの希釈ガスを導入し、適度な濃度にして測定すること。

表 14.1.1. 各種ガス毎のガスセル長と測定可能濃度範囲の例

(ppm)

ガス種	1cmセル		10cmセル		4mセル	
	測定下限	測定上限	測定下限	測定上限	測定下限	測定上限
CF4	3	40000	0.3	4000	0.008	100
CHF3	14	40000	1.4	4000	0.035	100
C2F6	10	40000	1	4000	0.025	100
C3F8	5	50000	0.5	5000	0.013	125
C4F8	25	18000	2.5	1800	0.063	45
SF6	4	3400	0.4	340	0.01	8.5
NF3	27	30000	2.7	3000	0.068	75
CO	500	30000	50	3000	1.25	75
CO2	10	13500	1	1350	0.025	33.75
COF2	100	10000	10	1000	0.25	25
OF2	2550	80000	255	8000	6.375	200
HF	125	72000	12.5	7200	0.313	180
SIF4	45	5700	4.5	570	0.113	14.25
SO2	15	12600	1.5	1260	0.038	31.5
NO	1100	50000	110	5000	2.75	125
NO2	140	14000	14	1400	0.35	35
N2O	360	15000	36	1500	0.9	37.5

- 2) 複数の F-GHG が混在する混合ガスの FT-IR による測定では、スペクトルの重なりと干渉が発生する。したがって定量誤差を小さくするためには、定量に用いる吸収スペクトルが干渉しないように選択しなければならない。また、赤外吸収量の濃度に対する直線性が取れる領域外での定量は、計測誤差を大きくする。
- 3) このスペクトルの選択や直線性領域の選択容易にするものとして FT-IR による PFC の簡易計測方法 参考資料 1) がある。この FT-IR による PFC の簡易計測方法では、FT-IR 測定に Classical Least Squares を用いている場合に特に効果的であるが、そのほかの手法においても有用である。
- 4) FT-IR による PFC の簡易計測方法では、誰もが精度よく測定ができる最適な条件設定が可能である。これは、プロセスガスを指定すると、副生成ガスの種類と測定すべき赤外吸収スペクトルの最適干渉情報と直線性の維持できる領域が提供されるからである。

## (2) FT-IR測定補足

IR 吸収領域による濃度とのリニアリティ関係のズレの影響排除

- 1) 複数の F-GHG が混在する混合ガスの FT-IR による測定では、スペクトルの重なりと干渉が発生する。したがって定量誤差を小さくするためには、定量に用いる吸収スペクトルが干渉しないように選択しなければならない。また、赤外吸収量の濃度に対する直線性が取れる領域外での定量は、計測誤差を大きくする。

- 2) このスペクトルの選択を補完するものとして FT-IR による PFC の簡易計測方法がある。
- 3) FT-IR による PFC の簡易計測方法では、誰もが精度よく測定ができる最適な条件設定が可能である。これは、プロセスガスを指定すると、その副生成ガスの種類とその測定すべき赤外吸収スペクトルの最適干渉情報と直線性の維持できる領域が提供されるからである。
- 4) 本ガイドラインでは、プロセスガス種とその副生成ガスの特定制波長および測定波長の共通化を図るため FT-IR による PFC の簡易計測方法の使用を強く推奨する。したがって、本ガイドラインでは、FT-IR による PFC の簡易計測方法を使用した測定方法に特化し説明している。

#### 14.1.2. 四重極質量分析計

図 14.1.2. に、四重極質量分析計の例を示す。分析計は、イオン化電源部、イオン化部、加速部、四重極電源部、四重極電極、真空排気装置、検出部（検出器、増幅器、A/D 変換器）、データ処理部、表示・記録部などで構成する。

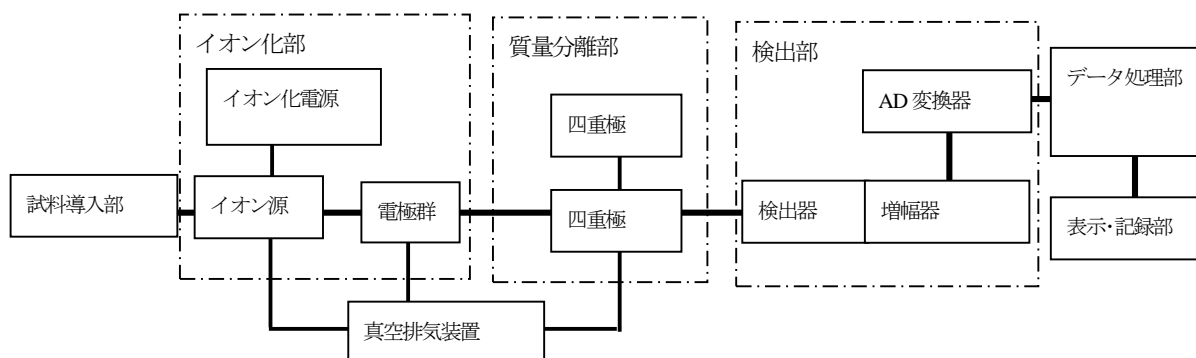


図 14.1.2. QMS 装置の構成の例

四重極質量分析計（以下QMSと略記する）は、試料ガス分子をイオンビーム化し、電界と磁界とで質量/電荷 ( $m/z$ ) に応じて分離した後、検出器でビーム強度を測定し、試料ガス中の各分子の比率を推定する測定装置である。

#### 14.2. モニタの概要

現在は F-GHG の測定器としては認められていないが、使用方法や技術の進展に伴って管理用モニタとして利用できるようになる可能性を持っていると思われる技術が適用できるようになった場合には、以下に記載する。

執筆者：

F-GHG測定・管理ガイドライン作成ワーキンググループ

鍵野 実 (株東芝)  
伊藤 裕 ルネサスエレクトロニクス(株)  
荻村 好友 富士電機システムズ(株)  
西沢 茂 富士電機システムズ(株)  
林 勇一 富士通セミコンダクター(株)  
岡本 直彦 (株東芝)  
成瀬 宏 (株東芝)  
篠原 衛 ソニー(株)  
石坂 純一 パナソニック(株)  
高瀬 則義 三菱電機(株)  
田中 伸貴 住友電工デバイス・イノベーション(株)  
西田 貴信 シヤープ(株)  
松村 邦夫 東芝モバイルディスプレイ(株)  
大越 隆之 ルネサスエレクトロニクス(株)  
松倉 宏行 ルネサスエレクトロニクス(株)  
北川 哲也 ソニー(株)

協力者：

南百瀬 勇 セイコーエプソン(株)  
新田 哲士 大塚電子(株)  
坂村 正二 三洋半導体(株)  
阿部 一雅 ソニー(株)  
清水 峰夫 ソニー(株)  
安楽 一宏 OKIセミコンダクタ(株)  
堀尾 卓司 OKIセミコンダクタ(株)  
山田 義明 ルネサスエレクトロニクス(株)  
吉岡 伸也 エルピーダメモリ(株)  
土屋 亮 セイコーエプソン(株)

本 F-GHG 測定・管理ガイドラインは、下記2つの資料をベースに作成した。

「PFCガス測定に関するガイドライン」 作成 2002/05  
「PFCs測定に関するガイドライン」 改訂 2007/05/22

\*本ガイドラインの著作権は 一般社団法人 電子情報技術産業協会に帰属します。

禁無断転載		
発行 一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA)		
作成	レビジョン	作成日
JEITA PFC 専門委員会	Rev. 1.0	2011/5/13
〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-1-3 大手センタービル		