

SEMI S8-0308^E

SAFETY GUIDELINES FOR ERGONOMICS ENGINEERING OF SEMICONDUCTOR MANUFACTURING EQUIPMENT

半導体製造装置の人間工学エンジニアリングに対する安全ガイドライン

免責事項: この SEMI スタンドダードは、投票により作成された英語版が正式なものであり、日本語版は日本の利用者各位の便宜のために作成したものです。万が一英語と日本語とに差異がある場合には英語版記載内容が優先されます。

本安全ガイドラインは、global Environmental, Health, & Safety Committee で技術的に承認されている。現版は 2007 年 12 月 20 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2008 年 2 月に www.semi.org で、そして 2008 年 3 月に CD-ROM で入手可能となる。初版は 1995 年発行、前版は 2007 年 3 月に発行された。

^E 本スタンダードは、2008 年 11 月に編集上の誤りが修正された。表 R7-1, 「8 項: ディスプレイ位置」8.1.4 について、変更が加えられた。

注意: このガイドラインで使われる公式な値は、国際単位系 (SI) によって表示されている。数字データのうち、

- インチ – ポンド系で表示されているもの (アメリカ慣習単位系または英単位系としても知られる)
- 括弧でくくられているもの
- SI 単位系に続いて表示されているもの

は、公式でなく、参考値である。また、SI 値の正確な変換値でない場合もある。

注意: 「注」の表題のついた段落は、本安全ガイドラインの公式な一部ではなく、また安全ガイドライン本文の内容の変更や書き換えを意図したものではない。安全ガイドラインの利用を促進するために委員会が提供したものである。

1 目的

1.1 本ガイドラインは、半導体製造装置の人間工学的設計原則と、考慮すべき事項を規定する。

1.2 本ガイドラインの目的は、製造環境下のユーザと装置間の融和性を高めるためのものである。以下に示す一般原則は、人間工学設計および装置評価をするために必須である。

1.2.1 装置の設計においては、作業を分類することによって安全性を最大限にする設計をすべきである。各々の能力を最適化し、制限や危険を最小限にするために、ハードウェア、ソフトウェア、ユーザの 3 つに作業を分類すべきである。さらに、適正な作業の分類は、仕事の効率を高める。

1.2.2 過失や事故の潜在性を最小限に抑えるため、ユーザの期待に沿うような装置設計をすべきである。

1.2.3 装置設計においては、ユーザ集団に対し予測できる体型、体力、動作の特質の範囲に合わせたものとし、疲労および傷害を最小化する設計にすべきである。このような設計は、作業実行を容易にする。

2 範囲

2.1 本ガイドラインは、半導体製造装置設計における、人間工学エンジニアリングの安全性について定めるものである。ここで注目すべきことは、潜在的危険を包括的にとらえるため、いくつかのガイドラインは、人と機械間の作業実行を効果的にするための設計全般の目標について定めている点である。ガイドラインが適用されるものは、半導体製造装置の設計、操作、保守、サービス、および限定された範囲での装置据付 (7.3 参照) である。

注意: この安全ガイドラインはその使用に関連したすべての安全問題を取り扱うことを意図していない。この安全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。

3 制限

3.1 装置が規制要求を満足しているかは国際、国家および地域の規格、コード、規制を調べて確認しなければならない。

3.2 参照や仕様として集録されている人的要因データは、そのデータの基となった集団およびデータ収集の目的によって影響される。人間工学的設計の基準は、わずかの対象を使った研究に基づいていたり、または、ある状況特有のものもある。データの解釈や開発の必要性がある場合は、人間工学の専門家に相談すべきである。

3.3 特殊な要求を有する、例えば、左利き、色盲のユーザのために、合理的な対応を装置設計に取り入れるべきである。聴力障害、視力障害、身体障害をもったユーザに対しても実行可能で有る場合は、設計で対応すべきである。たとえ本ガイドラインの目標ユーザ集団への設計であっても、特殊な要求を持つユーザに対応できるが、すべて特殊なユーザを予想して完全に対応出来ないことを理解すべきである。

3.4 前のバージョンの SEMI S8 に対応した既存モデルとサブシステムは、引続き、設計時に有効であった SEMI S8 ガイドラインに対応すべきである。装置の人間工学設計に重大な影響を与える再設計がされた場合は、その再設計を SEMI S8 の最新版に適合させるべきである。

注 1: 本文書に適合することにより、これ以前のバージョンへの適合の適切な代替になると考えられる。

3.5 付属書 1 (SESC) にあるガイドラインへの適合は、SEMI S8 への適合の構成要素となる。

4 参照スタンダードおよび文書

4.1 SEMI スタンダード

SEMI E95 — Specification for Human Interface for Semiconductor Manufacturing Equipment

SEMI S1 — Safety Guideline for Equipment Safety Labels

SEMI S2 — Environmental, Health, and Safety Guidelines for Semiconductor Manufacturing Equipment

4.2 CEN/CENELEC スタンダード¹

4.2.1 以下の EN 規格は、EU 内で使用される半導体製造装置に対して適用する為に挙げられている。EN 規格は、広範囲の産業用および民生用製品に使用する事を目的としているため、SEMI の安全性ガイドラインと相反する場合があります。更に、暫定 EN (prEN) 規格は、採用に先立って改訂される場合がある。

EN 894-2 — Safety/Ergonomics for Displays

EN 894-3 — Safety/Ergonomics for Control Actuators

EN 60204-1 — Safety of Machinery Electrical Equipment of Machines, Part 1. Specification for General Requirements

4.3 Military スタンダード²

MIL-STD-1472 — Human Engineering Design Criteria for Military System, Equipment, and Facilities

4.4 NFPA スタンダード³

1 European committee for standardization (CEN)/European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC), Central Secretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brussels, Belgium

2 United States Military Standards は次より入手可能。

Naval Publications and Forms Center, 5801 Tabor Avenue, Philadelphia, PA 19120-5099, USA. Telephone: 215.697.3321

3 National Fire Protection Association, Batterymarch Park, Quincy, MA 02269, USA

(国内連絡先) 日本規格協会 〒107-8440 東京都港区赤坂 4-1-24 03-3583-8002

NFPA 79 — Electrical Standard for Industrial Machinery

4.5 ISO スタンドアード⁴

ISO 9241 — Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals

4.6 その他のスタンアードおよび文書

Humanscale, The MIT Press, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02142, 1974

ANSI/IES RP7⁵ — Practice for industrial lighting

Waters, Thomas, et. al., *Application Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation*, U.S. Department of Health and Human Services (NIOSH), Cincinnati, OH, 1994.

A Mital, A.S. Nicholson, M.M. Ayoub: *A Guide to Manual Materials Handling*, Taylor and Francis, London, 1993.

注意: 別途指示のない場合、引用されたすべての文書は最新の出版バージョンである。

5 用語

5.1 略語および頭字語

5.1.1 MAWL (*Maximum Acceptable Weight of Lift*) — 最大許容持ち上げ重量

5.1.2 MMH (*Manual Material Handling*) — 人手によるものの取扱い

5.1.3 SESC (*Supplier Ergonomics Success Criteria*) — サプライヤ人間工学適合条件 (付属書 1 参照)

5.2 定義

5.2.1 作業管理 (*administrative control*) — 作業管理は、仕事を実行する方法を変更し、装置設計には関与しない。これは非工学的管理であり、仕事のローテーション、仕事の増大、休憩時間のスケジュール、小休止、およびストレッチングの実施等が含まれる。工学的管理の方が作業管理よりも望ましい。

5.2.2 人体測定学的配慮 (*anthropometric consideration*) — 作業者の人体測定学上 (寸法、強さ) の限度に基づく設計制約。

5.2.3 人体測定学 (*anthropometry*) — 人間の物理的差異の測定による記述。(寸法、強さ)

5.2.4 認知 (*cognitive*) — 人間の情報処理、知覚、および注意力に関連した。

5.2.5 重大な操作部および表示 (*critical controls and displays*) — 作業者に対する危険や、装置に対する損害が生じる恐れのある、安全でない状態に装置が入ることを防いだり、その状態に装置が入りつつあることを示す操作部および表示。緊急停止 (EMO) スイッチ、インタロック無効表示器、誤動作警報はその一例である。

5.2.6 慢性疲労 (*cumulative trauma disorder*) — 一定期間を超える身体の一部へのストレスの蓄積 (腕力、反復動作など) からの結果による病気。

5.2.7 持続時間 (*duration*) — 同期または全体の仕事時間の長さ。単一または複数のリスク要因にさらす時間を意味する。

5.2.8 緊急停止 (*emergency off (EMO)*) — スイッチを入れると装置を安全な運転停止状態にする制御スイッチ。

5.2.9 工学的管理 (*engineering control*) — 装置設計によって危険を排除または軽減する手法。

4 International Organization for Standardization, ISO Central Secretariat, 1, rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland. Telephone: 41.22.749.01.11; Fax: 41.22.733.34.30, Website: <http://www.iso.ch>

5 American National Standards Institute, Headquarters: 1819 L Street, NW, Washington, DC 20036, USA. Telephone: 202.293.8020; Fax: 202.293.9287, New York Office: 11 West 42nd Street, New York, NY 10036, USA. Telephone: 212.642.4900; Fax: 212.398.0023, Website: www.ansi.org (国内連絡先) 日本規格協会 〒107-8440 東京都港区赤坂 4-1-24 03-3583-8002

- 5.2.10 人間工学に関連する危険(ergonomic-related hazard) — ユーザにストレスを生じる装置または作業環境。このストレスが急性の傷害または蓄積性疲労を引き起こす危険となりうる。
- 5.2.11 人間工学問題(ergonomic issues) — ユーザの身体および認知の要求、能力、人間の動作の限界を扱う諸問題で、機械の設計、作業、その他の人間の作業環境の特徴に関連したもの。
- 5.2.12 人間工学(ergonomics) — 作業環境および作業者によって操作される装置に関連した、人間の心理的、身体的能力の研究。
- 5.2.13 過度のリーチ(excessive reach) — 生体力学的またはその他のストレスをユーザに生じる、拡張したリーチ。
- 5.2.14 拡張したリーチ(extended reach) — 身体を曲げたり、伸ばしたり、屈めたり、しゃがんだり腰から 20°以上前へかがんだり、肩の屈曲または抱え込むのは 45°以上である。
- 5.2.15 力(force) — 決まった動きまたは伸張を成し遂げる物理的努力。これには、全く動きがないが持続性を持っている静的な動作、上げ下ろし、押す、引っ張るを含む動的な動作、外的力によって皮膚に逆らう圧力を集中的におよぼす接触ストレスが含まれる。
- 5.2.16 頻度(frequency) — 時間に対して、ある仕事が多々頻りに実行されるか。
- 5.2.17 反復使用(frequently used) — 少なくとも毎時間毎に一度、工程または仕事の周期の中で使う。単独の操作者による複数の異なったツール操作は考慮すべきである。
- 5.2.18 ヒューマンエラー(human error) — 以下のエラーのこと: 要求された作業に失敗すること、望ましくない結果となる作業を行うこと、危険状態の認識および是正に失敗すること、または不慮の出来事に対して意図しないまたは不正確な応答をすること。
- 5.2.19 偶発的作動(inadvertent actuation) — 偶然による、または意図しない制御の起動、停止。
- 5.2.20 非反復的使用(infrequently used) — 工程または仕事の周期の中で、毎時間毎に一度未満の頻度で使う。単独の操作者による複数の異なったツール操作は考慮すべきである。
- 5.2.21 据え付け(installation) — 装置がユーザの工場にて受け入れられた後、最初のサービスの準備として実行される一連の作業。移送、吊り上げ、荷解き、設置、水平出し、施設への取り付けが含まれる。
- 5.2.22 摘む力(lateral pinch) — 目的物を親指と人差し指の間に捕まえる握り(しばしばキーの握り(key grip)として参照される)。
- 5.2.23 保守(maintenance) — 良い作業状態で装置を保持するための計画的なまたは突発的な作業。
- 5.2.24 モックアップ(mock up) — 装置の原寸模型。通常は比較的安価な材料で作られ、人的要因の評価に使用される。
- 5.2.25 中立の姿勢(neutral posture) — 関節へのストレスが最も少なくなる体位。一般に、中立の体位とは、直立して目は前を見、腕は両側にたらしめている状態。
- 5.2.26 中立でない(無理な)姿勢(non-neutral (awkward) posture) — 関節は中立の姿勢または最もストレスの少ない位置から離れた状態。
- 5.2.27 標準視線(normal line of sight) — 両目を結ぶ線に垂直で、目の水平位置より 15 度下向きの線。
- 5.2.28 操作(operation) — 操作員が装置に所定の目的を実行させるために行う機能の構成。これには、製品のローディングと外部制御装置の設定、操作が含まれよう。
- 5.2.29 操作員(operator) — 意図された機能を実行するために必要な程度だけ、装置の操作をするユーザ。
- 5.2.30 オーバーライド(override) — 現在の制御システムの状態に対する優先権を得ること。
- 5.2.31 掌ではさむ(palmer pinch) — 掌に対して指で押しつける握り。物体を指と掌の間に保持する。親指は使わない(薄い合板を摘み上げる等)。

5.2.32 保護具(*personal protective equipment (PPE)*) — 実行する作業において付随する危険に対して、人への傷害の可能性を減らすために着用する器具や衣服(耐薬品手袋, 防毒マスク, 保護メガネなど)。本文書においては、クリーンルーム用服装(手袋, 無塵衣, ブーツ, フード等)は保護具として考慮されない。

5.2.33 パワーグリップ(*power grip*) — ハンドルの周りをすべての指でつかむグリップで親指と人差し指が重なるもの。

5.2.34 姿勢のストレス(*postural stress*) — 身体位置が筋, 腱, 神経, 血管に過度の負荷をかけたり, 関節に圧力を生じさせる時に発生するストレス。

5.2.35 基本視野(*primary viewing area*) — 標準の視線中心とした 30 度の円錐(目からの垂直線の上下 15 度)として再定義する。

5.2.36 問題作業(*problem tasks*) — 操作員への生体工学的ストレスや傷害, 誤操作, または装置や製品に対する損害を生じる可能性のある人間工学的に正しくない状態が存在すると定義された作業。

5.2.37 危険要因(*risk factors*) — 人への傷害/病気, 装置, 環境または製品への損害を増大させる可能性を与える設計の諸要因。

5.2.38 半導体製造装置(*semiconductor manufacturing equipment*) — 半導体や半導体のサポートプロセスに関連する, 設計, 開発, 製造, 組立, 測定および試験に用いられる装置。

5.2.39 サービス(*service*) — 故障した装置を良い状態に戻すために行う非定常的な作業。

5.2.40 静止姿勢(*static posture*) — 身体の特定の部位がほとんど動かない, 固定した姿勢。

5.2.41 かがむ(*stooping*) — 頭や肩, 身体全体を直立姿勢から前方向下へ曲げる。

5.2.42 作業(*task*) — 仕事の周期の中で実行される, 関連した作業要素のひとつかたまりで, 特定の目的に向けられるもの。

5.2.43 作業分析(*task analysis*) — 装置の操作, 保守, サービスや単一または複数の工具を用いて行う作業時に, ユーザに要求される特定の行動を決めるために用いられる分析プロセス。各々の作業のステップは, 認知, 判断, 記憶, 姿勢, 生体工学的要求, 予想される誤りの項目別に記述される。

5.2.44 摘む(*tip pinch*) — 親指と人差し指の先の間に物体を捕らえて握ること。

5.2.45 ユーザ(*user*) — 装置を操作する人。ユーザは, 操作員, 保守員, サービス員, その他の人員を含む。

5.2.46 ユーザ集団(*user population*) — 操作, 保守, サービス作業のために装置を操作する事が無理なく予想される, 人の代表分布。

5.2.47 確認試験(*validation testing*) — 設計の有効性を確認するための試験。アイテムの「有効性」は, SEMI S8 に特定の機能設計として述べられている。

5.2.48 保管棚(*WIP nest: work in process nest*) — 加工中の製品の保管用構造物。

5.2.49 作業環境(*work environment*) — 半導体デバイスおよび付随するサポートプロセスが設計, 開発, 製造, 組立, 測定, 試験される場所。

5.2.50 作業場レイアウト(*workplace layout*) — 工場内での装置の物理的配置。

5.2.51 作業スペース(*workspace*) — ユーザが装置を操作, 保守, サービスするために利用し得る場所。

5.2.52 作業位置(*workstation*) — 装置の操作部と表示器がある場所, および物のロード/アンロードの位置。

5.2.53 作業面(*work surface*) — 入力装置, 手書き, 組立作業などのために提供された(一般的には水平な)面。座位または立位の作業位置の一部である。

6 一般的ガイドライン

6.1 人間工学に関連した安全性の問題 — 装置設計, 据え付け, 操作, サービスまたは保守の要因により, 適切に訓練されたユーザの情報処理能力または身体能力を上回る作業の要求が発生した時は, 人間工学に関連した安全性の問題が生じる。例えば, 人間工学に関連した安全性の問題は次のものが原因となる:

- 6.1.1 静止した, もしくは無理な姿勢。
- 6.1.2 反復動作。
- 6.1.3 手や, 身体が入りにくい場所, 不十分なクリアランス, 過度のリーチ。
- 6.1.4 重いかまたは大きい部品の持ち上げ。
- 6.1.5 読み取りまたは理解が困難な表示。
- 6.1.6 混乱させるような操作部または操作に力のいる操作部。
- 6.1.7 特定できない警告の使用や機械の問題についての誤った情報伝達。

6.2 安全に関連した問題は, 生産する前に設計で解決するか, さもなければ合格できる水準(レベル)までに減らすべきである。人間工学を基本設計に取り入れ, また作業要求を人間の作業能力と制限に従って構成する事により, 人間工学に関連する危険は減少される。

6.3 装置については, 人間と機械または人間と作業の釣り合いが取れていないことが原因となる潜在的なエラーの種類(例えば不注意による作動, 抜けまたは指示ミス)について減じたり取り除く事を, 設計すべきである。

6.4 工学的管理は人間工学的危険を減ずる方法として望ましい。人間工学的危険の制御について工学的管理による取り上げ方が容易でない場合には, ユーザは作業管理により, 危険に曝されている時間, 頻度を減ずる事により危険を軽減すべきである。

6.5 作業員への傷害となる可能性をもっている問題を最優先で対処すべきである。次に重要な装置や製品の損害の原因となり得る問題に対処すべきである。

6.6 装置供給者とユーザ間の, 人間と機械のインタフェースについての情報交換は, 量産試作の一部として開発段階, および装置の量産後ライフサイクルに渡って実施するよう推奨する。

6.7 人間工学の検討は, 構想, 設計, 組み立て, 据え付け段階に渡って人間工学のガイドラインを満たしたかどうか判断するために実行すべきである。検査については SESC 文書を遵守すべきである(付属書 1 参照)。

6.7.1 装置の評価は, 操作, トレーニング据え付け, 保守またはサービス作業に影響する装置設計について関連した危険要因を特定すべきである。

6.7.2 実物大模型とシミュレーションの利用は, 設計が最終決定される前に人間工学の問題を特定および解決するために有益である。試験は, ユーザ全体のサンプルとなる人々を使って, 予測される作業条件下で実施すべきである。

6.7.3 評価では, 一人で複数の装置を制御する場合についても考慮すべきである。この場合, ひとつの操作が順に何回か繰り返されることとなる。サプライヤはこの場合の基準を報告に記載すべきである。

6.8 全体的な目標は, 装置効率および, 作業員が装置を操作および保守する際の安全, 便利さおよび快適さを提供する事である。

6.9 装置操作の結果として衣類や PPE が損傷したり過度に劣化したりすべきではない。ノブやスイッチといった操作部は, 汚れ防止あるいは作業防護のためユーザが着用する手袋に適合できるようにすべきである。例えば, クリーンルーム用手袋は, 一般的に握力を 15%減少させる。装置の表示は, クリーンルーム用フード, ケミカルゴーグル, またはフェースシールドの使用により生じ得る視力および聴力の減少に配慮すべきである。

6.10 技術文書(例えばマニュアル)および装置上の指示(例えば, ラベル, インジケータ, およびスクリーンメニュー)は処置, 用語, 記号使用および体裁が調和するように一貫すべきである。

6.11 客先仕様でカスタマイズした装置は新たな人間工学上のリスクを増大させないようにすべきである。

6.12 ヒューマンインタフェースの推奨設計については SEMI E95 を参照のこと。

注 2: SEMI E95 はヒューマンコンピュータ・インタフェースの情報を提供する。SEMI S8 では SEMI E95 の要求事項を参照して組み込むことを意図していない。

7 証拠書類

7.1 サプライヤは、付属書 1「サプライヤ人間工学適合条件」を数値判定基準として、装置の SEMI S8 に対する評価を実施すべきである。評価には、不適合項目に関するリスクの等級付けを含むべきである。リスクは、SEMI S10 リスク重度区分の「致命的、重大、中程度、軽度」に沿って評価すべきである。

7.1.1 付属書 1 の各不適合項目に関しては、評価レポート中に実測値と不適合の根拠を記入すべきである。根拠としては、テストデータや技術的判断結果も該当しうる。

除外項目：第一項の手作業の分析に関しては、分析結果の如何にかかわらず評価レポートに計算結果を記述すべきである。

7.1.2 評価レポートは以下の情報も含むべきである。製造者の製品番号、評価した装置のシリアル番号、装置の評価実施日、分析の一部として評価されたすべての作業のリスト、評価実施者の氏名。

7.2 サプライヤの証拠書類は、人間工学的リスクを軽減するためにサプライヤ側で定めている作業管理項目を含むべきである。

7.3 サプライヤの証拠書類は、装置設置に関して SEMI S8 ガイドラインに適合するために必要となる要求事項を図解すべきである（例、図面は、ヒンジ付きパネルを開けるために必要なスペース、作業者の作業エリア、人間工学に関する測定値が SESC の指定範囲内に収まるための高さ調整範囲等を明示すべきである）。

7.4 評価レポートでは、独立して調整可能な装置の各部分について、垂直方向の据付基準点を指定すべきである。サプライヤが推奨する据付高さがある場合は、評価のための基準も同じであるべきである。この据付高さは、サプライヤの据付文書に記載されるべきである。

注 3: 据付文書には、サプライヤによって提供され、据付時の懸案事項に対処する据付マニュアルおよびその他の情報を含むことができる。

8 関連文書

8.1 SEMI スタンドダード

SEMI S13 — Safety Guidelines for Operation and Maintenance Manuals Used with Semiconductor Manufacturing Equipment

8.2 ANSI 文書

ANSI Z535.4 — Product Safety Signs and Labels

8.3 CEN/CENELEC スタンドダード⁶

EN 614-1 — Safety of Machinery - Ergonomic Design Principles, Part 1. Terminology and General Principles

EN 894-1 — Safety/Ergonomics for Operator Interaction

EN 50099-2 — Safety/Marking Principles

8.4 NIOSH 文書⁷

6 European Committee for Standardization (CEN)/European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC), Central Secretariat, rue de Stassart 35, B-1050 Brussels, Belgium, Website: www.cenelec.com.

7 National Institute for Occupational Safety and Health, Technical Information Branch, 4676 Columbia Pkwy, Cincinnati, OH 45226. Website: www.niosh.com.my.

NIOSH Publication No. 81-122 — *Work Practices Guide for Manual Lifting*, National Institute for Occupational Safety and Health, 1981

Revised NIOSH Equation, *Ergonomics*, Vol. 36, No.7, 1993

8.5 SAE 文書⁸

SAE J833 — Human Physical Dimensions

8.6 SEMATECH 文書⁹

Preventing User-Hostile Interfaces in IC-Fab Equipment Ergonomic Approaches for Preventing Ten Frequent Interface Problems, Miller, Dwight P. and Whitehurst, Hugh, SEMATECH Technology Transfer #92091299NA-ENG, Nov. 1992

SEMATECH SCC User interface Style Guide, 1.0. 92061179A-ENG, August 21, 1992

8.7 その他の文書

Bailey, Robert W., *Human Performance Engineering*, Prentice Hall, 1989

Eastman Kodak Company, *Ergonomic Design for People at Work*, Vols. 1 and 2, Van Nostrand-Reinhold, 1983

EN ISO 7250 — *Basic human body measurements for technological design*

EN ISO 14738 — *Safety of Machinery, Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery*

Grandjean, E., *Fitting the Task to the Man: A Textbook of Occupational Ergonomics* (4th Ed.), Taylor & Francis, 1988

Grether W.F. and Baker C.A., 1972, *Visual Presentation of Information in Van Cott and Kincade Human Engineering to Equipment Design*, Washington DC, US Government Printing Office

Konz, S., *Work Design: Industrial Ergonomics* (3rd Ed), Publishing Horizons, 1990

Pheasant, Stephen, *Bodyspace – Anthropometry, Ergonomics and Design*, Taylor & Francis, 1988

Salvendy, Gavriel (ed.), *Handbook of Human Factors*, Wiley, 1987

Sanders, Mark S. and McCormick, Ernest, *Human Factors in Engineering and Design* (7th Ed), McGraw-Hill Book Company, 1993

Snook, Stover and V Ciriello, *The Design of Manual Handling Tasks - Revised Tables of Maximum Acceptable Weights and Forces*, *Ergonomics*, Vol.34, No.9, 1991

VanCott, Harold P. and Kinkade, Robert (eds.), *Human Engineering Guide to Equipment Design*, U.S. Government Printing Office, 1972

注意: 別途指示のない場合, 引用されたすべての文書は最新の出版バージョンである。

8 Society of Automotive Engineers, 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096 USA. Website: www.sae.org.

9 International SEMATECH, 2706 Montopolis Drive, Austin, TX 78741, USA., Website: www.sematech.org

付属書 1

サプライヤ人間工学適合条件(SESC)

注意: 本付属書内資料は, SEMI S8 の公式な一部であり, 完全な投票手続きにより, 2006 年 11 月 21 日に承認された。

表 A1-1 サプライヤ人間工学適合条件チェックリスト Supplier Ergonomics Success Criteria Checklist

項	指標	適合条件 メートル単位(米国単位)	実測値	適合／ 不適合／ 不適用
1	人手による物の取扱い			
1.1	操作, 保守, サービスの一部として実行される, 潜在的に危険な人手による物の取扱い作業は, 適切な手順を使用して分析される。 注: 取り扱う物体の重量が 44.5N (10 lbf) を超える場合, または物体の重量が 22.2N (5 lbf) を超え, 予測される持ち上げ頻度が 5 分に 1 回を超える場合, 両手による昇降作業を分析すべきである。 詳細については, 付属書 2 を参照すること。	分析および結果の文書化。両手による昇降の分析を記述するには, 表 A2-2, 付属書 2 または同等なものを使うべきである。		
2	立位での製品のローディング (JEDEC トレイ, マガジン, レチクルカセットも含め, ウェーハカセット以外のすべての媒体に該当)			
2.1	指の厚さのためのクリアランス	最小 38 mm (1.5 インチ)		
2.2	手の厚さのためのクリアランス	最小 76 mm (3 インチ)		
2.3	装置または障害物の縁から, 手と製品の結合点までのリーチ距離	最大 330 mm (13 インチ)		
2.4	ローディング位置における手と製品の結合点の垂直位置	最大 1010 mm (40 インチ) 最小 890 mm (35 インチ)		
3	ウェーハカセットのローディング			
3.1	ウェーハカセットのローディングに際して, どの軸についてもカセットを 10 度以上回転させる必要があるべきではない。 注: 特に指定がない限り, 200mm 以下のウェーハは垂直の向きで輸送し, 300mm のウェーハは水平の向きで輸送されることを前提とすべきである。	どの軸からも 10 度未満		
3.2	ロードポート高さ, 立っている面からの垂直距離 (150 ~ 200mm のウェーハ)	最高 960 mm (38 インチ) 最低 890 mm (35 インチ)		
3.3	カセットを持ち上げて越える, ロードポート前の縁の最大高さ (150 ~ 200mm のウェーハのみ), 縁の高さはローディング面から測定すること。	最大 30 mm (1.2 インチ)		
3.4	装置または障害物の縁から回転機構の結合点または製品をつかむ点までのリーチ距離	最大 330 mm (13 インチ)		
3.5	カセットの側面から最も近傍の物体まで測定される, カセットの両側の最小手クリアランス	最小 76 mm (3 インチ)		

項	指標	適合条件 メートル単位(米国単位)	実測値	適合／ 不適合／ 不適用
4	仕掛かり品の保管位置(ウェーハカセットに適用)			
4.1	ウェーハカセット入りロットボックスの保管棚の高さ(150mm および 200mm のウェーハカセット入りロットボックスのみ)	最大(ボックス 1 個分の奥行) 1520 mm (60 インチ) 最大(ボックス 2 個分の奥行) 1220 mm (48 インチ) 最小 460 mm (18 インチ)		
5	手動カセット回転機構の設計			
5.1	ハンドル高さ、立っている面から手の結合点まで	最大 1206 mm (47.5 インチ) 最小 838 mm (33 インチ)		
5.2	手の握りは、梯子の横木を握るあるいはピストルを保持する ような完全な「パワーグリップ」ができればならない。	掌下向き、あるいは、握手の位置で パワーグリップとなる事。		
5.3	片手による持ち上げ力	最大 37.8N (8.5 ポンド) クリーンルーム手袋使用時は 15%減少。 手首の動きがある場合 15%減少。		
5.4	両手による持ち上げ力	最大 64.5N (14.5 ポンド) クリーンルーム手袋使用時は 15%減少。 手首の動きがある場合 15%減少。		
6	ハンドルの設計 (ハンドルの寸法は素手で使用した場合またはクリーン ルーム用手袋を使用した場合に適用される) 注:ハンドルタイプ形状は付属書 3 を参照			
6.1	ハンドル表面の仕上げ	すべてのエッジを丸める事。		
6.2	丸棒型ハンドル			
6.2.1	丸棒型ハンドルの直径(D)	最大 38 mm (1.5 インチ) 最小 25 mm (1 インチ)		
6.2.2	丸棒型ハンドルの長さ(L)	最小 127 mm (5 インチ)		
6.3	円形または三角形ハンドル			
6.3.1	円形または三角形ハンドルの直径(D)	最大 90 mm (3.5 インチ) 最小 50 mm (2 インチ)		
6.3.2	円形または三角形ハンドルの高さ(厚さ)(H)	最大 25 mm (1 インチ) 最小 19 mm (0.75 インチ)		
6.4	ボール型ハンドル			
6.4.1	ボール型ハンドルの直径	最大 63mm (2.5 インチ) 最小 38mm (1.5 インチ)		
6.5	プライヤー型ハンドル			
6.5.1	プライヤー型ハンドルの握りスパン(S)	最大 89 mm (3.5 インチ) 開いた状態 最小 38 mm (1.5 インチ) 閉じた状態		
6.5.2	プライヤー型ハンドルの握り長さ(L)	最小 127 mm (5 インチ)		

項	指標	適合条件 メートル単位(米国単位)	実測値	適合／ 不適合／ 不適用
6.6	ピストルグリップ型ハンドル			
6.6.1	ピストルグリップ型ハンドルの直径(D)	最大 63 mm (2.5 インチ) 最小 38 mm (1.5 インチ)		
6.6.2	ピストルグリップ型ハンドルの長さ(L)	最小 127 mm (5 インチ)		
6.7	取っ手型ハンドル 注:ハンドル直径は、巻かれた指の内側に接するハンドルの表面を参照する			
6.7.1	取っ手型ハンドル, 完全なパワーグリップ(スーツケースのハンドル) ハンドル幅(W) 奥行(D) 直径(d)	最小 127 mm (5 インチ) 最小 45 mm (1.75 インチ) 最大 25 mm (1 インチ)		
6.7.1.1	必要な力が 71 N (16 lbf)を超えない時の直径(d)	最小 6.3 mm (0.25 インチ)		
6.7.1.2	必要な力が 89 N (20 lbf)を超えない時の直径(d)	最小 13 mm (0.5 インチ)		
6.7.1.3	必要な力が 180 N (40 lbf)を超えない時の直径(d)	最小 19 mm (0.75 インチ)		
6.7.2	取っ手型ハンドル, 3 本指 ハンドル幅(W) 奥行(D) 直径(d) 荷重	最小 90 mm (3.5 インチ) 最小 38 mm (1.5 インチ) 最小 6.3 mm (0.25 インチ) 最大 71 N (16 lbf)		
6.7.3	取っ手型ハンドル, 2 本指 ハンドル幅(W) 奥行(D) 直径(d) 荷重	最小 60 mm (2.5 インチ) 最小 38 mm (1.5 インチ) 最小 6.3 mm (0.25 インチ) 最大 51 N (11.5 lbf)		
6.7.4	取っ手型ハンドル, 1 本指 ハンドル幅(W) 奥行(D) 直径(d) 荷重	最小 38 mm (1.5 インチ) 最小 38 mm (1.5 インチ) 最小 3.2 mm (0.13 インチ) 最大 27 N (6 lbf)		
6.8	フック握り型ハンドル			
6.8.1	フック握り型ハンドル(4 本指) 開口の長さ(L) 開口の幅(W) 奥行(d) 縁の長さ(l)	最小 90 mm (3.5 インチ) 最小 38 mm (1.5 インチ) 最小 50 mm (2 インチ) 最小 50 mm (2 インチ)		
6.8.2	フック握り型ハンドル引っ張り力(4 本指)	最大 80 N (18.0 lbf)		
6.9	指引っ張り型ハンドル			
6.9.1	指引っ張り型ハンドル(4 本指) 開口の長さ(L) 開口の幅(W) 奥行(d) 縁の長さ(l)	最小 90 mm (3.5 インチ) 最小 25 mm (1 インチ) 最小 19 mm (0.75 インチ) 最小 19 mm (0.75 インチ)		
6.9.2	指引っ張り型ハンドル, 引っ張り力(4 本指)	最大 9.8 N (2.2 lbf)		

項	指標	適合条件 メートル単位(米国単位)	実測値	適合／ 不適合／ 不適用
7	保守性およびサービス性			
7.1	操作員が情報を読む、工具を使用する、接続をおこなうといった、日常保守をおこなう領域には最低限のレベルの照明が必要である。この規定は、全体照明、または手で保持する必要がなく一時的に固定できる携帯照明により満足できる。	最小 300 lux (30 fc)		
7.2	全身のクリアランス 注: クリアランスは作業分析の観点からアプローチすべきである。クリアランスは、指定された領域で実行される作業の性質に基づいて設けるべきである。			
7.2.1	任意の姿勢の上半身のクリアランス(肩幅)	最小 610 mm (24 インチ)		
7.2.2	立位: 床から測ったオーバーヘッドクリアランス 前方水平クリアランス 注3	最小 1980 mm (78 インチ) 最小 690 mm (27 インチ)		
7.2.3	床に座る: 床から測ったオーバーヘッドクリアランス 前方水平クリアランス 注3 作業高さ	最小 1000 mm (39 インチ) 最小 690 mm (27 インチ) 最小 280 mm (11 インチ)		
7.2.4	しゃがみ込み: 床から測ったオーバーヘッドクリアランス 前方水平クリアランス 注3 作業高さ	最小 1220 mm (48 インチ) 最小 790 mm (31 インチ) 最小 460 mm (18.1 インチ)		
7.2.5	ひざまずき: 床から測ったオーバーヘッドクリアランス 前方水平クリアランス 注3 作業高さ	最小 1450 mm (57 インチ) 最小 1220 mm (48 インチ) 最小 640 mm (25.2 インチ)		
7.2.6	四つん這い: 床から測ったオーバーヘッドクリアランス 前方水平クリアランス 注3	最小 740 mm (29 インチ) 最小 1520 mm (60 インチ)		
7.2.7	前かがみ: 床から測った、オーバーヘッドクリアランス 前方水平クリアランス 注3 作業高さ	最小 1450 mm (57 インチ) 最小 1020 mm (40 インチ) 最小 640 mm (25.2 インチ)		
7.2.8	仰向け: 高さ 長さ	最小 430 mm (17 インチ) 最小 1980 mm (78 インチ)		
7.2.9	うつ伏せまたは腹這いのスペース: 高さ 長さ	最小 510 mm (20 インチ) 最小 2440 mm (96 インチ)		
7.3	手と腕のクリアランス(注: 適当と考えられる場合には、クリーンルーム手袋に対する補正をおこなった。)			
7.3.1	円形または矩形部分へ指を入れるためのクリアランス: 一本指 2, 3, 4 本の指で回す小さなつまみまたはノブ	最小 32 mm (1.25 インチ) 最小つまみの直径+ 58 mm (2.3 インチ)		

項	指標	適合条件 メートル単位(米国単位)	実測値	適合／ 不適合／ 不適用
7.3.2	平手を手首まで入れるためのクリアランス: 掌の厚さ 掌の幅	最小 89 mm (3.5 インチ) 最小 114 mm (4.5 インチ)		
7.3.3	拳を手首まで入れるためのクリアランス: こぶしの高さ こぶしの幅	最小 89 mm (3.5 インチ) 最小 127 mm (5 インチ)		
7.3.4	両手を肩まで入れるためのクリアランス (目視確認は考慮せず): リーチ 幅 高さ	最大 610 mm (24 インチ) 最小 483 mm (19 インチ) 最小 114 mm (4.5 インチ)		
7.3.5	両手を手首まで入れるためのクリアランス (目視確認は考慮せず): リーチ 幅 高さ	最大 203 mm (8 インチ) 最小 191 mm (7.5 インチ) 最小 114 mm (4.5 インチ)		
7.3.6	片腕が肩まで入るためのクリアランス (目視確認は考慮せず):	最小 132 mm (5.2 インチ)		
7.3.7	片腕が肘まで入るための、円形または矩形のクリアランス (目視確認は考慮せず):	最小 119 mm (4.7 インチ)		
7.4	保守とサービス時のアクセス			
7.4.1	筐体やカバーは、完全に取り外すことができない限りは、開位置で自己支持されなければならない、保守中に人力で支持する必要がないものでなければならない。消防や規制による自己閉鎖式のドアは例外として許される。	保持部あり。		
7.4.2	開口部カバーには、手全体でつかめる領域やその他の開口手段を装備すべきである。	ハンドルあり。 § 6 の設計基準を参照。		
7.4.3	操作や保守に必要な開口部カバーハンドルの高さ ハンドルの前方に 254 mm (10 インチ) を超える奥行の障害物を配置すべきではない。	最大 1700 mm (67 インチ)		
7.5	交換可能なユニット			
7.5.1	サービス可能なユニットは、モジュラーパッケージとして交換可能であり、迅速な取外し交換可能な構成とする。	左記を満足する事。		
7.5.2	サービス可能なユニットは、直接積み重ねるべきではない(つまり、下層が上層を支持すべきではない)。	サービスの可能なユニットは、個別に作業可。		
7.5.3	頻繁な脱着が必要な重量ユニット(持ち上げ係数が 0.5 以上のもの、SESC1.0 項を参照)またはかさばるユニット(長さ 36 インチ超)には、位置決めを補助するためのガイド等を設けるべきである。	ガイド、位置合せピンを設ける。		
7.5.4	ケーブル、コネクタ、プラグ、コンセントは、ラベル、キーが付けられ、カラーコード化されている、あるいは容易な接続が可能かつ誤配線を防ぐように構成されるべきである。この条項は、SEMI S2 審査が実施されない場合にのみ適用。	識別されている事、必要な個所にはキーを。		
7.5.5	カードケージ構成で取り付けるプリント基板は、抜き差し補助用グリップ器具や引き抜き器具があるべきである。	指のアクセス、握り、取っ手あり。		

項	指標	適合条件 メートル単位(米国単位)	実測値	適合／ 不適合／ 不適用
8	ディスプレイ位置			
8.1	操作員の主インタフェース, 立位。 ^{注1}			
8.1.1	ビデオディスプレイターミナルの高さ(単一モニタ)。タッチスクリーンを除く, 床からスクリーンの中心線までを測定。	最大 1470 mm (58 インチ) 最小 1320 mm (52 インチ)		
8.1.2	ビデオディスプレイターミナルの高さ(上下に並べたモニタ)。タッチスクリーンを除く, 床から最上部のモニタの最上行までを測定	最大 1680 mm (66 インチ) 主モニタは下側。		
8.1.3	低頻度使用する(1時間に1回未満, 短時間見るだけ)ビデオディスプレイターミナルの高さ。モニタの最上行までを測定。	最大 1680 mm (66 インチ)		
8.1.4	非常に低頻度使用する(1日に1回未満, 短時間見るだけ)ビデオディスプレイターミナルの高さ。モニタの最上行までを測定。	最大 1880 mm (74 インチ)		
8.1.5	低頻度で見る表示灯の高さ。シグナルタワーについては本ガイドライン適用外。	最大 2130 mm (84 インチ)		
8.1.6	タッチスクリーンモニタの高さ	最大 1470 mm (58 インチ) 床から入力パッドまでの最上部の距離 最小 910 mm (36 インチ) 床から入力パッドまでの最下部の距離 水平方向リーチに関しては § 9 を参照		
8.1.7	スクリーン最上部までの高さが 41 ~ 48 インチのタッチスクリーンモニタの傾斜角度	30°以上上向き。		
8.1.8	スクリーン最上部までの高さが 41 インチ未満のタッチスクリーンモニタの傾斜角度	45°以上上向き。		
8.2	操作員の主インタフェースの位置, 座位。 ^{注2}			
8.2.1	ビデオディスプレイターミナルの高さ(単一モニタ)。タッチスクリーンを除く, 作業面の裏面 ^{注4} からスクリーンの中心線までを測定。	最大 517 mm (20.5 インチ) 最小 267 mm (10.5 インチ)		
8.2.2	ビデオディスプレイターミナルの高さ(上下に並べたモニタ)。タッチスクリーンを除く, 作業面の裏面 ^{注4} から上部のモニタの最上行までを測定。	最大 727 mm (28.5 インチ) 最小 267 mm (10.5 インチ) 主モニタは下側。		
8.2.3	作業面の裏面 ^{注4} から測定してスクリーン最上部までの高さが 727 mm (28.5 インチ)を超えるビデオディスプレイターミナルの傾斜角度。ただし, この基準は最大高さの基準(8.2.2)が満たされないときのみ適用される。	下向きに最小 15 度		
8.2.4	タッチスクリーンモニタの高さ。	最大 397 mm (15.5 インチ) 作業面の裏面 ^{注4} からスクリーン最上部のアクティブなパッドまでの距離 最小 77 mm (3.5 インチ) 作業面の裏面 ^{注4} からスクリーン最下部のアクティブなパッドまでの距離 水平リーチは本表の § 9 を参照。		

項	指標	適合条件 メートル単位(米国単位)	実測値	適合／ 不適合／ 不適用
8.3	ディスプレイの文字			
8.3.1	ディスプレイの中心線から入力装置の中心線までの水平距離。 この説明は MIL-STD-1472 参照。	最大 320 mm (12.6 インチ)		
8.3.2	文字の高さ(中国語, 韓国語, 日本語の文字に固有)	見る距離を 143 で除算した値以上の文字高さ。 推奨される距離は, 457 mm (18 インチ) ~ 762 mm (30 インチ) の範囲である。		
8.3.3	文字の高さ(中国語, 韓国語, 日本語の文字以外のすべての文字)	見る距離を 215 で除算した値以上の文字高さ。 推奨される距離は, 457 mm (18 インチ) ~ 762 mm (30 インチ) の範囲である。		
9	手による操作位置 (これらの判定基準は, 製造の日常運転および保守のためにアクセスする操作部, 工具, 物のみに適用する。)			
9.1	立位の作業位置 ^{注1}			
9.1.1	非常に低頻度使用する操作部(24 時間に 1 回未満の頻度)の垂直位置, 立っている面から操作部の中心線までを測定。	最大 1640 mm (64.5 インチ) 最小 0 mm (0 インチ)		
9.1.2	低頻度使用する, かつ／あるいは重要な操作部の位置。さまざまな高さについて最大リーチを示す。リーチは, 装置または障害物の縁から測定される。操作部は 1638 mm (64.5 インチ)より高い位置または 838 mm (33 インチ)より低い位置にあるべきではない。中間の値は補間して求めること。 取り付け高さ 1638 mm (64.5 インチ)の場合 取り付け高さ 1524 mm (60 インチ)の場合 取り付け高さ 1422 mm (56 インチ)の場合 取り付け高さ 1321 mm (52 インチ)の場合 取り付け高さ 1219 mm (48 インチ)の場合 取り付け高さ 1118 mm (44 インチ)の場合 取り付け高さ 1016 mm (40 インチ)の場合 取り付け高さ 914 mm (36 インチ)の場合 取り付け高さ 838 mm (33 インチ)の場合	リーチ 254 mm (10 インチ) リーチ 368 mm (14.5 インチ) リーチ 432 mm (17 インチ) リーチ 470 mm (18.5 インチ) リーチ 483 mm (19 インチ) リーチ 470 mm (18 インチ) リーチ 394 mm (15.5 インチ) リーチ 292 mm (11.5 インチ) リーチ 178 mm (7 インチ)		
9.1.3	頻繁に使用する操作部の位置。さまざまな高さについて最大リーチを示す。リーチは, 作業面または障害物の縁から測定される。操作部は, 1270 mm (50 インチ)より高い位置または 940 mm (37 インチ)より低い位置にあるべきではない。中間の値は補間して求めること。 取り付け高さ 1270 mm (50 インチ)の場合 取り付け高さ 1219 mm (48 インチ)の場合 取り付け高さ 1168 mm (46 インチ)の場合 取り付け高さ 1118 mm (44 インチ)の場合 取り付け高さ 1067 mm (42 インチ)の場合 取り付け高さ 1016 mm (40 インチ)の場合 取り付け高さ 940 mm (37 インチ)の場合	リーチ 292 mm (11.5 インチ) リーチ 330 mm (13 インチ) リーチ 368 mm (14.5 インチ) リーチ 394 mm (15.5 インチ) リーチ 406 mm (16 インチ) リーチ 394 mm (15.5 インチ) リーチ 318 mm (12.5 インチ)		

項	指標	適合条件 メートル単位(米国単位)	実測値	適合／ 不適合／ 不適用
9.2	座位の作業位置 ^{注2}			
9.2.1	低頻度で使用、かつ／あるいは重要な操作部の位置。さまざまな高さについて最大リーチを示す。リーチは、作業面または障害物の前縁から測定される。高さは、作業面の裏面 ^{注4} から測定される。操作部は 724 mm (28.5 インチ) より高い位置または -140 mm (-5.5 インチ) より低い位置にあるべきではない。中間の値は補間して求めること。			
	取り付け高さ 724 mm (28.5 インチ) の場合	リーチ 356 mm (14.5 インチ)		
	取り付け高さ 597 mm (23.5 インチ) の場合	リーチ 432 mm (17 インチ)		
	取り付け高さ 495 mm (19.5 インチ) の場合	リーチ 470 mm (18.5 インチ)		
	取り付け高さ 394 mm (15.5 インチ) の場合	リーチ 483 mm (19 インチ)		
	取り付け高さ 292 mm (11.5 インチ) の場合	リーチ 483 mm (19 インチ)		
	取り付け高さ 191 mm (7.5 インチ) の場合	リーチ 470 mm (18.5 インチ)		
	取り付け高さ 89 mm (3.5 インチ) の場合	リーチ 445 mm (17.5 インチ)		
	取り付け高さ -13 mm (-0.5 インチ) の場合	リーチ 381 mm (15 インチ)		
	取り付け高さ -140 mm (-5.5 インチ) の場合	リーチ 254 mm (10 インチ)		
9.2.2	頻繁に使用する操作部の位置。さまざまな高さについて最大リーチを示す。リーチは、作業面または障害物の前縁から測定される。高さは、作業面の裏面 ^{注4} から測定される。操作部は、394 mm (15.5 インチ) より高い位置または 89 mm (3.5 インチ) より低い位置にあるべきではない。中間の値は補間して求めること。			
	取り付け高さ 394 mm (15.5 インチ) の場合	リーチ 330 mm (13 インチ)		
	取り付け高さ 343 mm (13.5 インチ) の場合	リーチ 368 mm (14.5 インチ)		
	取り付け高さ 292 mm (11.5 インチ) の場合	リーチ 394 mm (15.5 インチ)		
	取り付け高さ 241 mm (9.5 インチ) の場合	リーチ 406 mm (16 インチ)		
	取り付け高さ 191 mm (7.5 インチ) の場合	リーチ 419 mm (16.5 インチ)		
	取り付け高さ 140 mm (5.5 インチ) の場合	リーチ 419 mm (16.5 インチ)		
	取り付け高さ 89 mm (3.5 インチ) の場合	リーチ 419 mm (16.5 インチ)		
10	作業位置の設計			
10.1	立位の作業位置 ^{注1}			
10.1.1	操作員が継続的に接触する可能性がある作業面の縁の半径。	最小半径 6.4 mm (0.25 インチ)		
10.1.2	キーボード、トラックボール、マウスの(ホームの行、ボール／マウスの最上部までの)高さ 注:標準的なタイピング(キーボードを連続的に使用して長い文字列を入力する、グラフィック環境でトラックボールやマウスを長時間使用する)よりも、入力デバイス(キーボード、トラックボール、マウス)が装置の操作部のように使用される(1本指でキーボードから間欠的に入力、マウスやトラックボールを短時間間欠的に使用する)用途の場合は、本表の§9の手による操作位置(立位)で記述されている高さとしリーチ位置を使用するのが適切である。	最大 1020 mm (40 インチ) 最小 970 mm (38 インチ)		
10.1.3	顕微鏡の接眼部の高さ。少なくともこの範囲で調整可能とすべきである。	1270 mm (50 インチ) ～ 1730 mm (68 インチ)を含む範囲		
10.2	座位の作業位置 ^{注2}			

項	指標	適合条件 メートル単位(米国単位)	実測値	適合／ 不適合／ 不適用
10.2.1	キーボード、トラックボール、マウスの(ホーム行、ボール／マウスの最上部までの)高さ 注:標準的なタイピング(キーボードを連続的に使用して長い文字列を入力する,グラフィック環境でトラックボールやマウスを長時間使用する)よりも,入力デバイス(キーボード、トラックボール、マウス)が装置の操作部のように使用される(1本指でキーボードから間欠的に入力,マウスやトラックボールを短時間間欠的に使用する)用途の場合は,本表の§9の手による操作位置(座位)で記述されている高さとしリーチ位置を使用するのが適切である。	最大 87 mm (3.5 インチ) 高さは作業面の裏面 ^{注4} から測定される。		
10.2.2	脚の垂直クリアランス	最小 673 mm (26.5 インチ)		
10.2.3	脚の水平クリアランス	最小 508 mm (20 インチ)		
10.2.4	脚の水平クリアランス, 足元の奥行	最小奥行クリアランス 660 mm (26 インチ) 作業面の裏面から下方 419 mm (16.5 インチ)～673 mm (26.5 インチ)の範囲には,このクリアランスを確保すること。		
10.2.5	脚の水平クリアランス, 幅	最小 610 mm (24 インチ)		
10.2.6	装置組み込み顕微鏡: 顕微鏡の接眼レンズの高さ。作業面の裏面から接眼部の中心までの距離。下記の全範囲で調整可能でなければならない。 単独(机上)の顕微鏡 顕微鏡の接眼レンズの高さ。作業面の表面から接眼部の中心までの距離。下記の全範囲で調整可能でなければならない。	495 mm (19.5 インチ) ～ 658 mm (25.9 インチ)を含む範囲 単独(机上)の顕微鏡: 445 mm (17.5 インチ) ～ 607 mm (23.9 インチ)を含む範囲		
10.2.7	作業位置の縁に関連した顕微鏡の接眼部の場所。	接眼部は作業位置の前縁と一致するか,または作業者寄りに突出すること(接眼部の高さ調整範囲全域に適用)。		
10.2.8	作業面の厚さ。	最大 51 mm (2.0 インチ)		
10.2.9	操作員が継続的に接触する可能性がある作業面の縁の丸め半径	最小半径 6 mm (0.25 インチ)		

注 1 立位の作業位置とは,立った姿勢または高い腰掛けで作業者がおおよそ身長と同じ位置となるもの。

注 2 座位の作業位置とは,調整範囲の狭い事務用椅子を使用するもの。

注 3 所定の姿勢での身体クリアランスとして,装置または障害物からの測定距離。

注 4 床から作業面裏面に基準面を変更した目的は,特定の利点がある場合に,より高い作業面を可能にすること,またその場合に他の設計機能がその作業面のために適切に設置されていることを確実にすることである。

付属書 2

持ち上げ、力、および物の取扱い

注意：本付属書内資料は、SEMI S8 の公式な一部であり、完全な投票手続きにより承認された。

A2-1 一般事項

A2-1.1 作業を実行する為に必要なユーザの最大握力のパーセンテージは関連情報 1 の表 R1-3 のガイドラインに従うこと。

A2-1.2 標準的な製品あるいはコンテナ(カセット)が、装置のロードおよびアンロード位置で取り扱われる場合、向き換えおよび取扱いの機械化を検討すべきである。人手による取扱いが必要な場合、拡張した手伸ばし、持ち上げ、引っ張りおよび無理な姿勢を減らすように設計すべきである。持ち上げとねじりを同時に行うことは避けるべきである。ロード、アンロード、および持ち上げ位置は、床面から手の高さ 84 ~ 107 cm (33 ~ 42 インチ)、最適設計目標は 102 cm (40 インチ)に置くべきである。

A2-1.3 ハンドルあるいは切り込みは、(例えば、ピストルを持つための握りと同様)握る力を効果的に利用するように設計すべきである。つまんで持ったり、あるいは無理な姿勢を必要とするハンドルは避ける。ハンドルは体に近づけて物を運べるように位置すべきである。

A2-1.4 屈んだ姿勢での持ち上げおよび取扱い作業は避けるべきである。前傾姿勢は、垂直な物の取扱い高さが 84 cm (33 インチ)未満、あるいは水平リーチ距離が身体の前で 46 cm (18 インチ)を上回る場合に発生する。

A2-1.5 両手で押す／引く動作は、床から手までの高さが 97 cm (38 インチ)から 112 cm (44 インチ)であるべきである。

A2-1.6 スリップや転落を最小限にするため、床面(ステップ)を考慮すべきである。

A2-1.7 無理な姿勢は避けるべきである。無理な姿勢を避けるための推奨範囲のリストとして、関連情報 1 表 R1-2を参照。

A2-1.8 2 人で行う物の取扱い作業については、物をつかむ位置、および身体のクリアランスをその作業に適切なものとすべきである。2 人の何らかのパラメータ(例、水平リーチ)が異なる場合は、ひとり毎の持ち上げについて分析をし文書にすべきである。

A2-2 適切な MMH 分析ツールの決定と使用

A2-2.1 3 つの一般的な MMH 評価ツールは、次のマトリクスと同一である。3 つのツールとは、「Application manual for the Revised NIOSH Lifting Equation」持ち上げ方程式、生物力学的モデル、心理物理的な能力表データである。表 A2-1 は、適切な詳細作業の分析ツールがどれかを決定するのを支援できるように作られている。解析ツール欄のチェックマークは各作業の特徴に適切な解析ツールを示している。ツール欄中にマークの無い状況の作業であるならば、この解析ツールはこの作業を評価するには適切でない。多くの場合、複数のツールが適切であることを注意して下さい。NIOSH 1991 の方程式が適切である場合、評価者はその方程式を用いるべきである。なぜならば、NIOSH は一般に最も保守的な結果を算出するからである。それ以外の場合、評価者はどれでも適切なツールを使用できる。

A2-2.2 NIOSH 1991 方程式の正しい使用用途は、Waters, Thomas, et. al., に記述されている。Application manual for the Revised NIOSH Lifting Equation, U.S. Department of Health and Human Services (NIOSH), Cincinnati, OH, 1994

A2-2.3 精神物理学データの出所はいくつかある。そのうちの出所の一つ; A. Mital, A.S. Nicholson, M.M. Ayoub, : A Guide to Manual Materials Handling, Taylor and Francis, London, 1993

A2-2.4 生体工学的分析は、生体工学的モデルのソフトウェアを使用することで完了する場合がある。

表 A2-1 最も適切な MH 分析ツールの決定基準

MH の種類	仮定条件	NIOSH (1991)	生体工学 モデル	精神物理学
両手による上げ下ろし 2 Hand Lift or Lower	F < 1 回/5 分	✓	✓	✓
	F > 1 回/分	✓		✓
	F > 9 回/分	✓		
	ねじれ発生	✓	✓ (3D)	✓
	ハンドル設計の不備	✓		✓
	持ち上げ時の頭上空間に制限			✓
	作業時間 > 8 時間			✓
	物を置く場所の余裕に問題あり	✓		✓
	荷物に非対称の問題あり	✓	✓ (3D)	✓
	身体全面での荷物の長さ > 66 cm (26 インチ)		✓ (3D)	
	高温, 低温条件での作業			✓
片手での持ち上げ 1 Hand Lifts	姿勢 = 立位		✓	✓
	姿勢 = ひざまずき, 座位			✓
片手または両手での 持ち運び 1 or 2 Hand Carry	注: 持ち運びは, 物の水平移動作業が 2.1 m (7 フィート) 以上と定義			✓
片手または両手での 押し引き 1 or 2 Hand Push/Pull	距離 < 2.1 m (7 フィート) かつ, F < 1 回/5 分間での押し引き		✓	✓
	距離 ≥ 2.1 m (7 フィート) かつ, F ≥ 1 回/5 分間での押し引き			✓
	押し引きの作業は非常に大きな保持力が必要 (床の上の箱をひきずる等)			✓
標準姿勢以外での 上げ下げ Lift/Lower in Non-Standard Postures	ひざまずき, 座位, 寝そべって			✓

注 1 生体工学モデルの 3D 表示は, 三次元生体工学モデルのみの作業条件に適応可能であることを示す。