

SEMI S23-0813

반도체 제조 장비에서 사용되는 에너지, 유틸리티 및 재료 절감 가이드

본 표준은 환경 보건 및 안전 글로벌 기술 위원회(Environmental Health & Safety Global Technical Committee)의 기술 승인을 받았다. 본 버전은 글로벌 감사 및 평가 소위원회(Audits and Reviews Subcommittee)가 2013 년 6 월 4 일에 발간을 승인했으며 2013 년 8 월부터 www.semiviews.org 및 www.semi.org 에서 제공된다. 2005 년 3 월에 최초로 발간되었으며 마지막 버전은 2011 년 3 월에 발간되었다.

NOTICE: This translation is a REFERENCE COPY ONLY. If differences should exist between the English version and a translation in any language, the English version is the official and authoritative version.

주의: 본 한글본은 참고용으로, 영문원본과 한글본간에 차이가 발생할 경우, 영문원본을 우선으로 해야합니다. 본 한글본에 대한 문의사항이 있는 경우 krstandards@semi.org 로 문의바랍니다.

1 목적

- 1.1 본 가이드는 반도체 제조 장비에서 에너지, 유틸리티 및 재료 절감과 관련된 개념에 대해 다룬다.
- 1.2 본 가이드는 반도체 제조 장비에서 에너지, 유틸리티 및 재료 사용과 관련된 측정에 대해 다룬다.
- 1.3 또한 본 가이드는 에너지, 유틸리티 및 재료 절감을 위해 반도체 제조 장비에서의 에너지, 유틸리티 및 재료 사용에 대한 지속적인 개선 계획에 대해서도 다룬다.
- 1.4 본 가이드는 에너지, 유틸리티 및 재료 절감 분야에서 이용할 수 있는 기술에 대해 독자의 인식을 높이기 위한 지침이다. 유틸리티 및 재료 사용 측정과 사용 측정을 등가 에너지로 변환하기 위해 구체적인 행동 방침이 제시된다.

NOTE 1: 본 SEMI 표준은 가이드이므로 '해야 한다'라는 표현을 사용하는 모든 기준은 선택 사항으로 간주될 수 있다.

2 범위

- 2.1 본 가이드는 반도체 제조 장비에서 에너지, 유틸리티 및 재료 절감을 분석하는 데 사용할 수 있는 도구의 역할을 한다.
- 2.2 본 가이드는 반도체 제조 장비(SME)에서 에너지, 유틸리티 및 재료 이용률을 보고하고 사용량을 줄이는 방법에 대해 설명한다.
- 2.3 또한 본 가이드는 에너지 절감을 간단히 계획하고 SME 와 관련된 전체적인 에너지 사용 및 절감을 용이하게 정량화하기 위해 에너지 등가 값의 사용을 제안한다.
- 2.4 본 가이드는 장비의 수명 주기에서 사용 단계에만 중점을 두고 제한된 유틸리티 및 재료를 고려한다.
- 2.5 또한 본 가이드에서는 유틸리티 및 재료 이용률과 에너지 절감 확인 및 개선을 위한 목표 설정에 대해서도 설명한다.

2.6 본 가이드에 포함된 섹션은 다음과 같다.

- 목적
- 범위
- 제한 사항-
- 참조 표준 및 문서
- 용어
- 일반 개념
- 에너지 사용의 전과정 평가(LCA)
- 기준 공정
- 유틸리티 및 재료 이용률 측정
- 등가 에너지를 구하기 위한 변환 계수
- 목표 설정 및 개선
- 모니터링 및 보고
- 관련 문서

참고: SEMI 표준 및 안전 가이드라인은 가이드라인 사용과 관련된 모든 안전 문제를 해결한다고 주장하지 않는다. 적절한 안전 및 보건 관행을 확립하고 사용 전에 규제 또는 기타 제한 사항의 적용 가능성을 결정하는 것은 본 문서 사용자의 책임이다.

3 제한 사항

- 3.1 본 가이드는 장비가 사용되는 지역에 적용되는 규정 및 규제를 대체하지 않는다.
- 3.2 본 가이드는 유틸리티/재료 사용 또는 에너지의 절감을 위한 명확한 목표는 제공하지 않는다.
- 3.3 본 가이드에서 제시하는 정보는 양 당사자 간에 합의된 경우 장비 공급자가 사용자에게 제공할 수 있다.

4 참조 표준 및 문서

4.1 SEMI 표준 및 안전 가이드라인

SEMI E6 — 반도체 장비 설치 문서 작성을 위한 가이드

SEMI S2 — 반도체 제조 장비의 환경, 보건 및 안전 가이드라인

참고: 별도로 명시한 경우를 제외하고, 언급된 모든 문서는 가장 최근에 발행된 버전이다.

5 용어

5.1 약어

5.1.1 DIW — 순수

5.1.2 ISMT — International SEMATECH

5.1.3 LCA — 전과정 평가

5.1.4 UPW — 초순수

5.2 정의

5.2.1 용어가 아래에 별도로 명시되지 않은 경우 참조할 수 있도록 SEMI S2 및 SEMI E6에 명시된 정의를 함께 기술하였다.

5.2.2 기준 — 본 문서의 목적상 '기준'은 공정 화학을 비롯하여 장비의 설계 및 제조 시 기준으로 삼는 작동 조건을 지칭한다(SEMI S2 참조).

5.2.3 에너지 영향 — 품목이나 재료를 생산 또는 제공하기 위해, 혹은 공정이나 단계를 실행하기 위해 필요한 에너지량에 미치는 긍정적, 부정적인 영향이다.

5.2.4 환경적 영향 — 인간, 인간의 활동, 반도체 제조 장비 및 시설의 가동 등을 비롯한 다양한 원인이 지구 환경에 미치는 긍정적, 부정적인 영향이다.

5.2.5 배기 — 반도체 제조 장비에서 제조 또는 실험실 구역 외부의 위치로 이동하는 공기 흐름이다.

5.2.6 열 부하 — 장비의 외부에서 발생하는 전도, 대류 및 방사를 통해 전달되는 모든 열에너지의 총합이다.

5.2.7 아이들(idle) 모드 — 공정 모드를 위해 장비에 전원이 공급되어 작동 준비는 되었지만(모든 시스템이 준비되었고 온도가 제어됨) 재료 이동 및 처리와 같은 활동 기능을 실제로 수행하지는 않는 상태이다(SEMI E6 참조).

5.2.8 전과정 평가(LCA) — 원자재 조달, 제조, 운송, 사용 및 폐기를 비롯한 전과정에서 반도체 제조 장비의 환경적 영향을 평가하는 데 사용되는 방법론이다.

5.2.9 공정 모드 — 장비에 전원이 공급되어 대상 재료에 대해 의도된 기능(예: 웨이퍼 주입, 가스 펌핑, 포토마스크 검사)을 수행하는 상태이다.

5.2.10 로드맵 — 월(month) 또는 연도(year) 기점과 근거가 되는 정보를 포함하여 시간의 흐름에 따른 기술의 점진적인 도입 또는 개선을 순차적으로 표현한 것

5.2.11 절전 모드 — 장비에 전원이 공급되었으나 아이들(Idle) 모드보다 더 적은 에너지를 사용하는 상태이다. 절전 모드는 장비 액추에이터, 장비 전자 인터페이스 또는 공장 제어 소프트웨어(예: SECS)를 통해 수신한 메시지에서 장비로 제공되는 특정한 단일 명령 신호를 통해 시작된다는 점에서 아이들(Idle) 모드와 기본적으로 차이가 있다. 장비 액추에이터를 사용하여 절전 모드를 시작할 수 있다는 것을 제외하면,

절전 모드로의 진입을 위해 수동 작업은 필요하지 않다. 절전 모드는 § 11 에서 설명하는 몇 가지 지표로 특징지을 수 있다.

6 일반 개념

6.1 에너지는 반도체 제조 장비 한 대를 제조, 포장, 배송, 설치, 사용, 해체 및 폐기하는 데 투입되는 다양한 유틸리티 및 재료를 생산하는 데 사용된다. 이러한 과정에 사용되는 에너지를 줄이면 반도체 제조 장비의 환경적 영향이 개선된다.

NOTE 2: 본 가이드는 이러한 장비의 수명 주기 중 사용 단계에만 중점을 두고 있다.

6.2 에너지 절감 정보 및 측정과 관련된 업계의 상황을 고려할 때, 장비 수명 주기 중 사용 단계는 에너지 절감 기회를 분석할 수 있는 가장 효과적인 단계이다. 사용 단계에서 소비되는 에너지는 사용 단계에 공급되는 유틸리티 및 재료의 이용률을 통해 가장 정확하게 산출할 수 있다.

6.3 특정 유틸리티 및 재료의 이용률을 등가 에너지 값으로 변환하기 위해 다양한 방법이 제안되어 왔다. 특정 유틸리티 또는 재료를 생산하는 데 사용되는 에너지는 위치와 시기에 따라 달라진다. 하나의 에너지 변환 계수 집합이 전 세계에서 유효할 수는 없기 때문에, 일부 당사자들은 에너지 영향이 비교적 큰 유틸리티 또는 재료를 확인할 때와 같은 변환 작업에서 이러한 값을 찾는다.

6.4 장비 공급자는 장비의 유틸리티 및 재료 이용률을 조사하고 장비의 에너지 영향을 줄여주는 설계 또는 공정 변경을 파악하여 구현해야 한다. 이러한 변경을 구현하는 비용은 에너지 절감 계획 개발 시 기대되는 에너지 영향 개선을 통해 상쇄할 수 있다.

NOTE 3: 이용률의 변화는 사용자의 장비 소유 비용에도 영향을 미칠 수 있으며 이 또한 비용 편익 분석 시 고려할 수 있다.

6.5 장비 사용자는 구매에 관한 의사결정을 내릴 때 공급자가 보고한 유틸리티/재료 이용률, 에너지 등가 값, 계획된 개선사항을 고려할 수 있다.

6.6 장비 한 대의 유틸리티 및 재료 이용률은 웨이퍼에 원하는 작업을 하기 위해 사용되는 특정한 제어 파라미터(즉, 공정 레시피에 따라 달라짐)와 장비에 사용되는 특정 하드웨어, 그리고 측정이 수행되는 조건에 따라 달라진다. 따라서 이용률을 측정할 때에는 이러한 정보 및 기타 특정 정보를 기록해 두어야 한다.

6.7 위의 고려 사항을 기초로 하여 장비 공급자는 에너지, 유틸리티 및 재료 절감을 위한 목표를 설정하고 반도체 제조 장비에서 에너지, 유틸리티 및 재료 사용을 위한 지속적인 개선 계획 마련을 고려해야 한다.

NOTE 4: 공급자는 본 가이드의 개념을 원하는 장비 모델에 적용할 수 있다.

6.8 에너지, 유틸리티 및 재료 사용량의 특징 규정 및 정량화 시 공급자의 기준 공정에 근거해야 한다.

7 에너지 사용의 전과정 평가(LCA)

7.1 반도체 제조 장비의 수명 주기상 다양한 단계에서 에너지 사용을 분석하면 에너지 절감을 증진할 수 있는 중요한 정보를 얻을 수 있다.

7.2 장비의 수명 주기를 개념상 몇 가지 단계로 나눌 수 있는 방법은 다양하다.

7.3 본 가이드는 장비의 수명 주기 중 사용 단계에만 중점을 두고 있다.

7.4 기타 수명 주기 단계로는 다음과 같은 단계가 있을 수 있다.

- 원자재 조달
- 제조
- 포장
- 운송(배송)
- 해체
- 폐기

7.5 사용 단계는 공정, 아이들(Idle), 유지보수 및 서비스 모드로 더욱 자세히 나눌 수 있다. 본 가이드에서는 공정 및 아이들(Idle) 모드만을 다룬다.

7.6 본 가이드에서 제시하는 모델법을 사용하면 장비 공급자는 유지보수 및 서비스도 분석할 수 있다.

NOTE 5: 보다 완벽한 전과정 분석의 예로 SEAJ 표준 "SEAJ-E-003E — 반도체 제조 장비의 LCA 수행을 위한 가이드라인 - 에너지 절감 관점"(SEAJ-E-003E — Guideline for conducting an LCA of Semiconductor Manufacturing Equipment – Energy Saving Perspective)을 참조할 수 있다.

8 기준 공정

8.1 측정, 절감 모니터링, 개선 및 보고 방법은 하나 또는 여러 개의 공급자 기준 공정에 근거해야 한다. 장비 공급자는 사용자의 요구사항도 충족하는 기준 공정을 고려하는 것이 바람직하다.

8.2 유틸리티 및 재료 이용률을 측정할 때, 공급자가 해당 장비에 대해 의도한 사용 범위를 고려하여 여러 가지 기준 공정을 사용할 수 있다.

8.3 특정 기준 공정 레시피의 이용률 및 에너지 영향은 설치된 장비의 선택사항인 하드웨어에 따라 달라질 수 있다. 이러한 하드웨어는 아이들(Idle) 모드에서도 유틸리티 및 재료를 소모할 수 있으므로 공정에 사용되는지 여부와 무관하다. 따라서 기준 공정을 설계할 때 특정 하드웨어 구성이 중요한 파라미터가 될 수 있으므로 이를 고려해야 한다.

NOTE 6: 분석 과정 중에 공급자는 원하는 효과를 동일하게 제공하는 레시피가 2 개 이상 있을 때 한 가지 레시피가 다른 레시피에 비해 에너지 효율성이 높다는 사실을 발견할 수 있다.

NOTE 7: 사용자가 장비 간에 소유 비용(cost of ownership) 또는 에너지 영향(energy impact)을 효과적으로 비교하려면, 동일한 기준 공정에서 공급자 데이터를 산출하는 것이 유용하다(즉, 기판(substrate)(substrate) 또는 기타 재료에 대해 동일하게 원하는 효과를 달성). 공급자는 사용자와 이에 대해 논의하고 효과적인 비교를 용이하게 만드는 데이터를 수집하는 것이 바람직하다.

9 유틸리티 및 재료 이용률 측정

9.1 수명 주기 단계 중 특정 장비의 에너지 영향을 결정하는 데 있어 첫 번째 단계는 해당 단계에서 유틸리티 및 재료의 이용률을 측정하는 것이다.

9.2 Table 1 에는 장비가 다양한 모드(예: 공정, 아이들(Idle))일 때 측정할 유틸리티 및 재료 파라미터의 최소 권장 항목이 나와 있다.

NOTE 8: 관련 정보 1 에는 유용한 추가 이용률 정보가 포함되어 있다.

NOTE 9: 공정 모드에서는 여러 가지 다양한 화학 재료가 사용될 수 있다. 일반적으로 등가 에너지 변환 계수는 공정 화학 재료에 사용할 수 없기 때문에 Table 1 에는 공정 화학 재료가 포함되어 있지 않다. 그러나 장비 공급자가 공정 화학 재료의 이용률을 측정해 기록하길 원할 수 있다.

9.3 Table 1 에 사용된 단위는 SEMI E6 '반도체 장비 설치 문서 작성을 위한 가이드'에 사용된 단위이다. 이 가이드에는 장비의 모든 연결 부위에 대한 유틸리티 요구사항 모두를 문서로 작성하기 위한 기준이 포함되어 있다. 데이터 수집에 사용된 측정 장비가 지정된 단위로 값을 정하지 못하는 경우 적절한 변환 계수를 사용해야 한다.

9.4 공정 모드 측정의 경우 여러 처리 주기 동안 각 파라미터의 평균 값과 주기를 기록해야 한다.

9.5 아이들(Idle) 모드 측정의 경우 아이들(Idle) 기간에 대해 각 파라미터의 평균 값과 기간을 기록해야 한다.

NOTE 10: 추가 권장 사항은 관련 정보 1 을 참조한다.

Table 1 유틸리티 및 재료 파라미터의 최소 권장 항목

유틸리티 또는 재료	기본 이용률 지표 및 단위	관련 SEMI E6 섹션 (0303 버전)
배기	압력(Pa) 흐름(m ³ /hr.) 주입구(Inlet) 온도(°C) 배출구(Outlet) 온도(°C)	§ 18
진공	압력(Pa) 흐름(m ³ /hr.)	§ 17
청정 건조 공기 고압 청정 건조 공기 및 질소(N ₂)	주입구 압력(Pa) 흐름(m ³ /hr.) 주입구 온도(°C)	§ 16

유틸리티 또는 재료	기본 이용률 지표 및 단위	관련 SEMI E6 섹션 (0303 버전)
냉각수 또는 냉각탑에서 냉각된 냉각수	주입구 압력(kPa) 배출구 압력(kPa) 흐름(m ³ /hr.) 주입구 온도(°C) 배출구 온도(°C)	§ 13
초순수(UPW) 또는 순수	순도 요구사항 주입구 온도(°C) 흐름(m ³ /hr.)	§ 13
전기 (전기 에너지 = 전력 측정 기간)	실제 전력#1(와트) 단상 회로의 경우, 실제 전력#1 = $V_{RMS} \times I_{RMS} \times PF$ 3 상 회로의 경우, 실제 전력#1 = $V_{RMS} \times I_{RMS} \times PF \times 1.73$ 또는 전력량계가 표시하는 평균 실제 전력을 사용할 수 있다.	§ 12

#1 '실제 전력'은 '유효 전력'(True Power 또는 Effective Power)이라고도 한다.

10 등가 에너지를 구하기 위한 변환 계수

10.1 변환 계수를 사용하면 특정 기준 공정 레시피에 대해 수집한 유틸리티 및 재료 이용률 데이터를 등가 에너지 소비 데이터로 변환할 수 있다.

10.2 특정 유틸리티 또는 재료를 제공하는 데 필요한 실제 전기 에너지는 장비 설치 위치에 따라 달라진다. 따라서 특정 위치에서는 변환 계산 결과가 정확하지 않다. 그러나 합당한 변환 계수 항목들이 사용되면 변환 결과를 사용하여 일반적으로 환경 영향이 더 큰 유틸리티 및 재료를 확인할 수 있다.

NOTE 11: 또한 변환 계수의 표준 항목들을 사용하면 다양한 장비의 테스트 결과를 비교할 수 있다.

10.3 등가 에너지는 매년 보고하는 것이 바람직하다.

10.4 Table 1에서 이용률 지표는 1 시간 기준이다. 따라서 장비가 공정 및 아이들(Idle) 모드에서 소모하는 시간을 예측하여 연간 데이터를 계산해야 한다.

10.5 Table 2에는 권장되는 변환 계수 항목들이 나와 있다. 변환 계수가 올바른 가상 시설에 대해서만이라도 계산된 총 에너지가 정확하다면, 변환 계수 사용을 기반으로 한 여러 장비 비교는 유용할 수 있다.

NOTE 12: 관련 정보 1에는 유용할 수 있는 추가 변환 계수 정보가 포함되어 있다.

10.6 모든 변환의 출력 단위는 $kJ [kWh / (3.6 \times 10^3)]$ (kJ: 킬로줄, kWh: 킬로와트시)로 예측된다. 이러한 값은 사용된 특정 유틸리티 또는 재료가 갖는 에너지 영향으로 이해할 수 있다.

NOTE 13: 계산 예제는 관련 정보 1 을 참조한다.

10.7 또한 장비 공급자는 대체 변환 계수 항목들을 사용할 수도 있다.

NOTE 14: 대체 변환 계수를 사용하는 경우, 결과 보고서에 해당 계수를 기록해 두는 것이 바람직하다.

10.8 변환 계수가 장비의 최종 사용 위치에서 특정 유틸리티 또는 재료를 생성 및 배포하는 데 필요한 실제 전기 에너지를 정확하게 나타낸다면 변환 계수를 사용하는 것이 좋다.

10.9 대부분의 공정 화학 재료의 경우 합당한 에너지 변환 계수를 결정하는 기술이 아직 충분한 수준에 도달하지 못했기 때문에 공정 화학 재료에는 변환 계수를 사용하는 것이 바람직하지 않다.

NOTE 15: 자세한 내용은 관련 정보 1 을 참조한다.

Table 2 권장 에너지 변환 계수

유틸리티 또는 재료	에너지 변환 계수	보충 정보
배기	$1.33 \times 10^1 \text{ kJ/m}^3 (0.0037 \text{ kWh/m}^3)$	이 계수는 공기 흐름에 대한 저항을 제외하고 배기 처리 장치(예: 스크러버)의 작동에 필요한 에너지는 고려하지 않는다. 청정실로 직접 배출되는 배출물(예: 열 배출)의 ECF는 0.0 이다. 자세한 내용은 관련 정보 1, 표 R1-2 를 참조한다.
진공	$2.16 \times 10^2 \text{ kJ/m}^3 (0.060 \text{ kWh/m}^3)$	
청정 건조 공기(Clean Dry Air, CDA)	$5.29 \times 10^2 \text{ kJ/m}^3 (0.147 \text{ kWh/m}^3)$	이 변환 계수는 101 kPa(1 기압) 및 20°C 에서의 등가 공기량에 적용되어야 한다.
고압 청정 건조 공기 827–1,034 kPa 게이지 (120–150 psig)	$6.30 \times 10^2 \text{ kJ/m}^3 (0.175 \text{ kWh/m}^3)$	이 변환 계수는 101 kPa(1 기압) 및 20°C 에서의 등가 공기량에 적용되어야 한다. 관련 압력 시스템에 현지 고압 가스 법규가 적용될 수 있으므로 1,034 kPa 게이지(150 psig)보다 높은 압력은 사용하지 않는 것이 바람직하다.
냉장을 통해 냉각된 냉각수	$5.62 \times 10^3 \text{ kJ/m}^3 (1.56 \text{ kWh/m}^3)$ ($\Delta T = 5$) { $ECF = (0.258 \times \Delta T + 0.273) \times 3.6 \times 10^3 \text{ kJ/m}^3 [(0.258 \times \Delta T + 0.273) \text{ kWh/m}^3]$ }	왼쪽 공식은 변환 계수를 결정하는 데 사용해야 한다. 여기에서 ΔT 는 용수 주입구 및 배출구 온도(단위: 섭씨) 간의 차이이다.

유틸리티 또는 재료		에너지 변환 계수	보충 정보
냉각탑에서 냉각된 냉각수		$9.36 \times 10^2 \text{ kJ/m}^3 (0.260 \text{ kWh/m}^3)$	최종 사용자 시설에 대해 더 구체적인 정보가 있는 경우를 제외하고, 25°C 미만으로 공급된 물에 대해서는 냉장을 통한 냉각이라고 가정하고, 25°C 이상에서 공급된 물에 대해서는 냉각탑이라고 가정한다.
UPW 또는 DIW 온도 $\leq 25^\circ\text{C}$		$3.24 \times 10^4 \text{ kJ/m}^3 (9.0 \text{ kWh/m}^3)$	정수에 많은 양의 에너지가 필요하기 때문에, 수온과 관련하여 어떠한 양적 수치도 제공되지 않는다.
85°C 이상의 온도에서 압축된 뜨거운 UPW 또는 DIW		$3.32 \times 10^5 \text{ kJ/m}^3 (92.2 \text{ kWh/m}^3)$	25°C ~ 85°C 사이의 온도에서 제공되는 UPW 또는 DIW에 대해 명시된 변환 계수는 없다.
열 부하 ^{#2}	공기를 통한 열 제거	$1.17 \text{ kJ/m}^3\text{C}$ ($3.24 \times 10^4 \text{ kWh/m}^3\text{C}$)	이 변환 계수는 공기의 특정 열 및 밀도를 고려한다.
	용수를 통한 열 제거	$4.18 \times 10^3 \text{ kJ/m}^3\text{C}$ ($1.16 \text{ kWh/m}^3\text{C}$)	이 변환 계수는 용수의 특정 열 및 밀도를 고려한다.
	냉각 부하	$0.287 \text{ kJ/kJ(kWh/kWh)}$	이 변환 계수는 청정실 공조를 운영하는 데 사용될 수 있는 에너지를 고려한다.
N ₂ ^{#1}		$9.00 \times 10^2 \text{ kJ/m}^3 (0.250 \text{ kWh/m}^3)$	이 변환 계수는 101 kPa(1 기압) 및 20°C에서의 등가 질소량에 적용되어야 한다.
전기		$1.00 \text{ kJ/kJ(kWh/kWh)}$	현재는 변환 계수 1이 사용된다. 향후 개정판에서 다른 변환 계수를 사용하여 전기 생성의 효율성을 계산할 수 있다.

#1 N₂의 출처: ISMI/Sematech “TEE Tool Correction Factor Calculator.”

#2 열 부하 변환 계수는 장비 환경에서 복사 에너지 $3.6 \times 10^3 \text{ kJ(1 kWh)}$ 을 제거(즉, 냉각)하는 데 필요할 수 있는 에너지의 양을 나타낸다.

11 절전 모드

11.1 장비 공급자는 장비에 절전 모드를 제공할 수 있다. 절전 모드의 목표는 시설 제어 시스템 또는 작업자가 이해한 바, 장비의 줄어든 에너지 사용 상태를 장비 활용률의 주요 격차와 조화시키기 위한 수단을 제공하는 것이다.

11.2 효과적인 절전 모드의 제공이 권장되지만, 장비의 연간 에너지 사용을 계산할 때 절전 모드에 시간율을 할당하지는 않는다(참조 ¶ R1-3.2).

11.3 장비에 로드 포트가 있는 경우, 장비가 공장 호스트(Host) 하에서 온라인 원격 작동 중일 때 절전 모드와 아이들(Idle) 및 절전 모드 간의 전환 상태 중 자동화된 재료 처리 시스템(AMHS)에 캐리어를 로드