



MLI 剥離防止設計標準

平成 27 年 4 月 22 日 A 改訂

宇宙航空研究開発機構

免責条項

ここに含まれる情報は、一般的な情報提供のみを目的としています。JAXA は、かかる情報の正確性、有用性又は適時性を含め、明示又は黙示に何ら保証するものではありません。また、JAXA は、かかる情報の利用に関連する損害について、何ら責任を負いません。

Disclaimer

The information contained herein is for general informational purposes only. JAXA makes no warranty, express or implied, including as to the accuracy, usefulness or timeliness of any information herein. JAXA will not be liable for any losses relating to the use of the information.

発行

〒305-8505 茨城県つくば市千現 2-1-1

宇宙航空研究開発機構 安全・信頼性推進部

JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency)

目次

1.適用範囲.....	1
2.関連文書.....	1
3. 用語の定義及び略語	1
3.1 用語の定義.....	1
3.2 略語.....	5
4. 一般要求事項	5
5. 設計要求	6
5.1 MLI剥離防止設計.....	6
5.1.1 構体内部排気対策.....	6
5.1.2 MLI層間排気対策.....	6
(1) パーフォレーション.....	6
(2) エッジベントホール.....	6
5.1.3 MLI実装	7
(1) MLIファスナ配置.....	7
(2) MLI固定.....	7
5.2 汚染管理への考慮	7
5.3 注意事項	7

1.適用範囲

本設計標準は、宇宙航空研究開発機構が開発する宇宙機が多層断熱材(MLI)に対し、MLI の剥離を防止するための考え方及び方策を示す。内容としては、「宇宙機内部の残留気体の排気方法」及び「MLI 層間の残留気体の排気方法」と、関連する剥離防止設計に対する要求事項を規定する。

2.関連文書

本設計標準に関連する関連文書を以下に示す。

- (1)JERG-2-310 熱制御系設計標準
- (2)JERG-2-211 帯電・放電設計標準
- (3)JERG-0-035 宇宙開発事業団部品適用ハンドブック
- (4)JERG-2-320 構造設計標準

3. 用語の定義及び略語

3.1 用語の定義

本標準内で使用される以下の用語の定義を行う。

(1)MLI

多層熱制御フィルムから構成される宇宙機用の断熱材。

(2)MLI ベントホール

宇宙機構体内部の残留気体を排気する機能を有する穴。本標準においては、構体内から宇宙空間への排気流路を設けるために、MLI の全層に渡りスリットを開けた排気口を指す。一般的な MLI ベントホールの例を図1及び図2に示す。

(3)パーフォレーション (通気孔)

MLI 層間の残留気体の通気を目的とした、各層に空けられた細孔(図3、図4)。

(4)ピッチ

パーフォレーション同士の設置間隔(図3)

(5) ランダム孔

各層に設けられたパーフォレーションの位置がランダムに配置されるような孔配置(図5)

(6) 貫通孔

各層に設けられたパーフォレーションの位置が一直線に並ぶような孔配置(図5)

(7)エッジベントホール

MLI 層間の残留気体の通気を目的とした、MLI 端部に空けられた穴。(図6、図7)

(8)スペーサ

MLI 層間の接触伝導熱リークを小さくするために、層間に設置する断熱材。(例:ダクロン®ネット、ノーメックス®など)(図8)

(9)エンボス加工

MLI 層間の接触伝導熱リークを小さくするため、MLI 表面を突起状に永久変形させる加工。

(10)層間

スペーサやエンボスにより形成される MLI 熱制御フィルム間の空間。

(11)MLI 内外差圧

MLI 内部残留気体と MLI 周囲空間(ロケットフェアリング内)の圧力差(図9)。

(12)縫製孔

積層されたフィルムとスペーサを相互締結するために縫製した箇所が生じる針孔。面ファスナ(Hook and Loop Fastener)を MLI に縫製する際にも縫製孔が生じる((図10、図11、図12)。

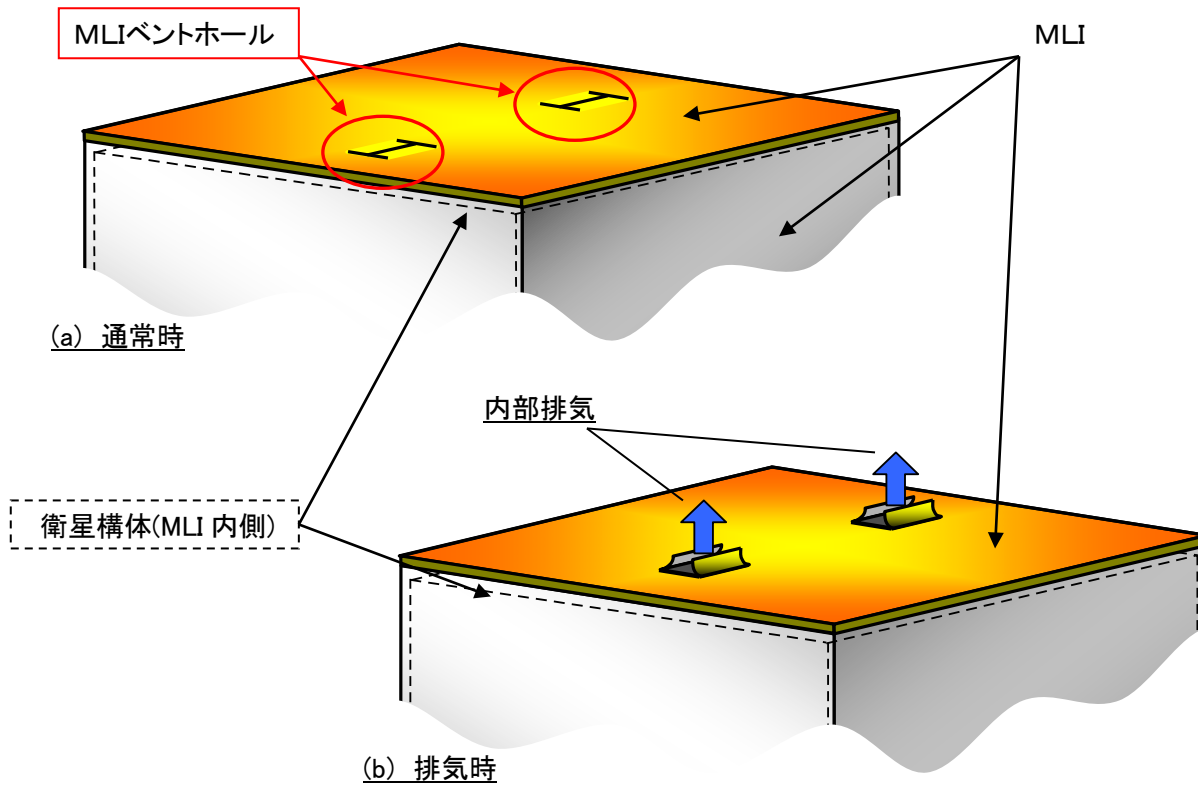


図1 MLIベントホール(模式図)

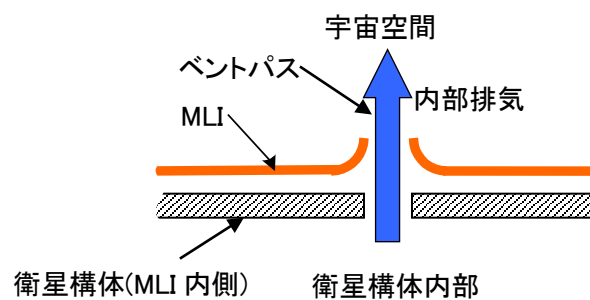


図2 排気ベントホール(拡大図)

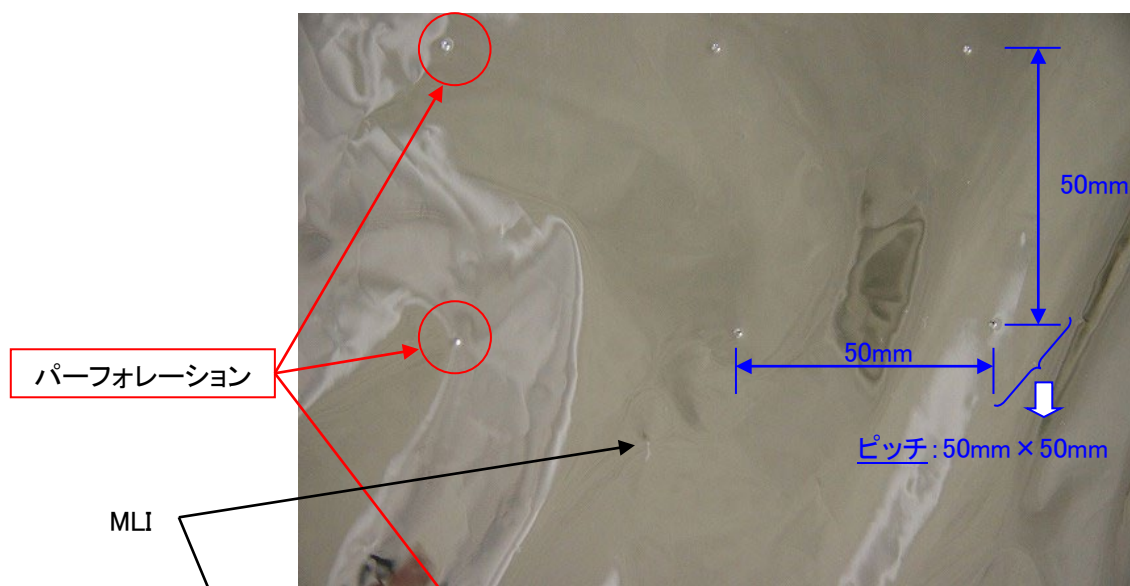


図3 パーフォレーション(写真)

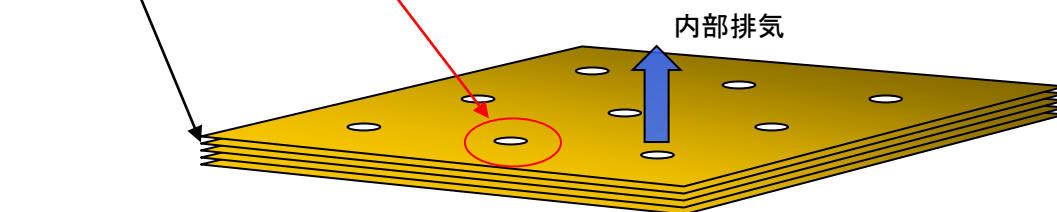


図4 パーフォレーション(模式図)

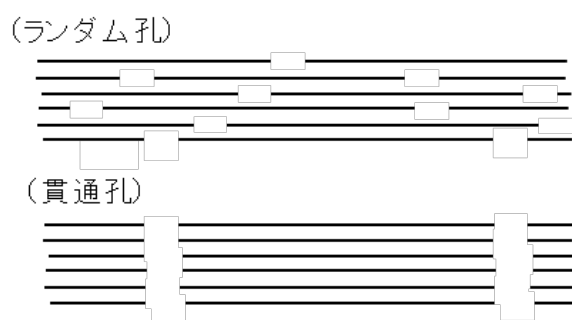


図5 ランダム孔と貫通孔の孔配置イメージ

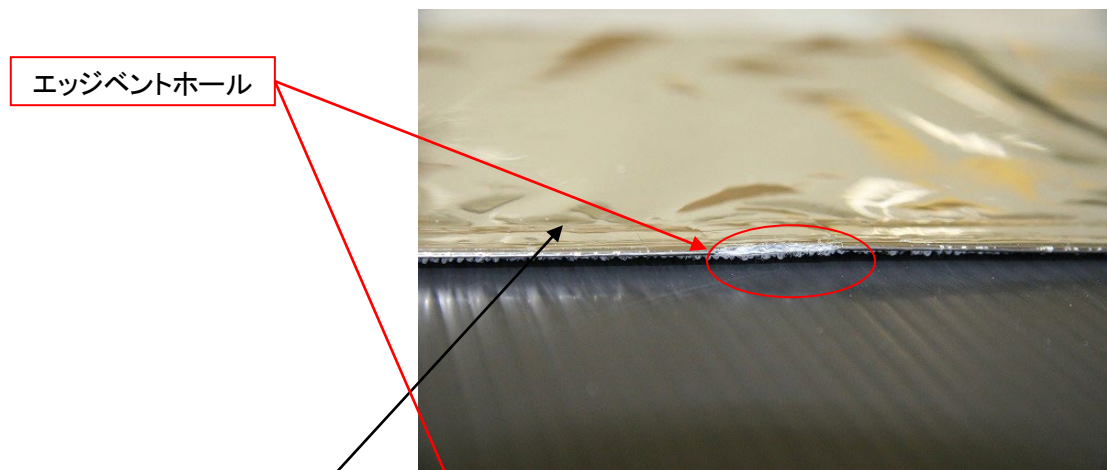


図6 エッジベントホール(MLI 断面近景)

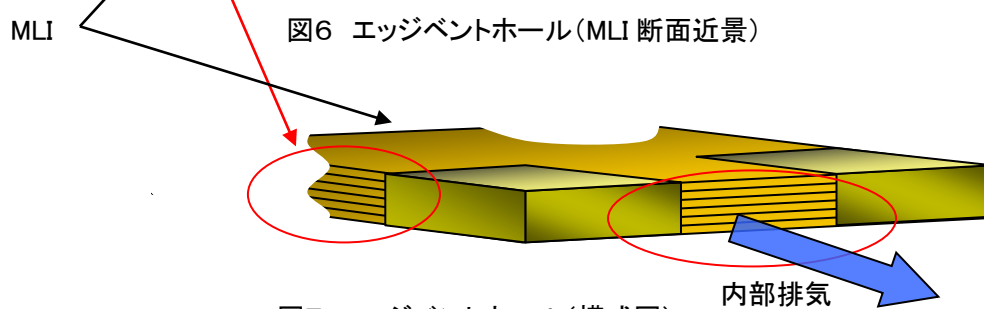


図7 エッジベントホール(模式図)

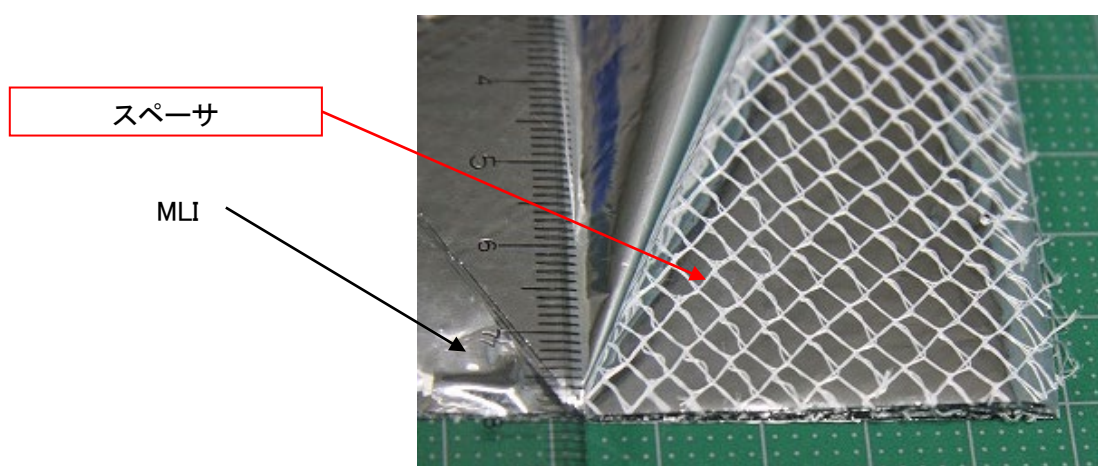


図8 スペーサ

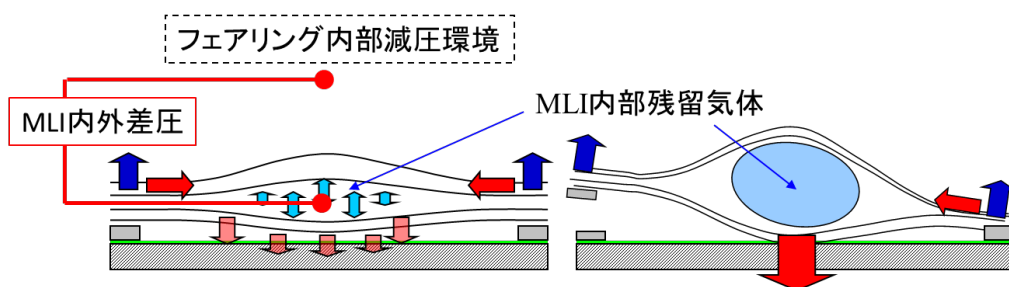


図9 MLI 内外差圧による MLI 剥離

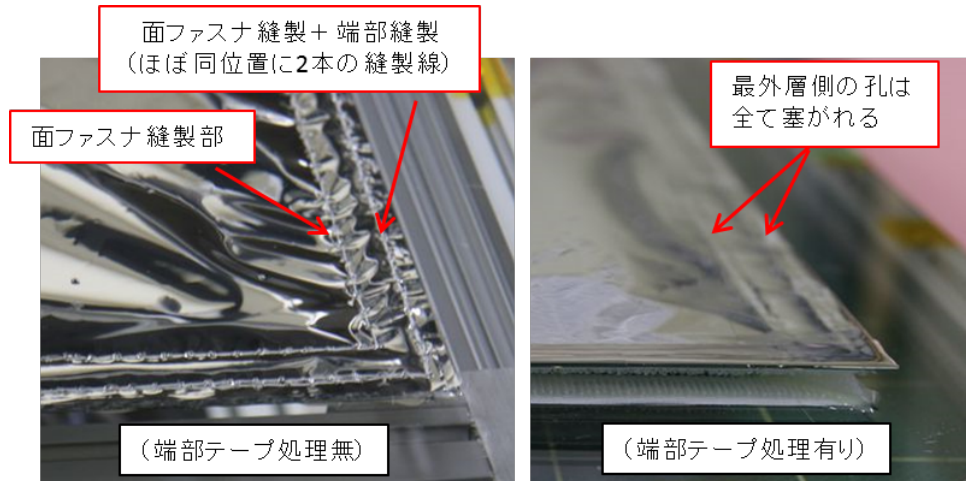


図10 MLI 端部縫製部の様子

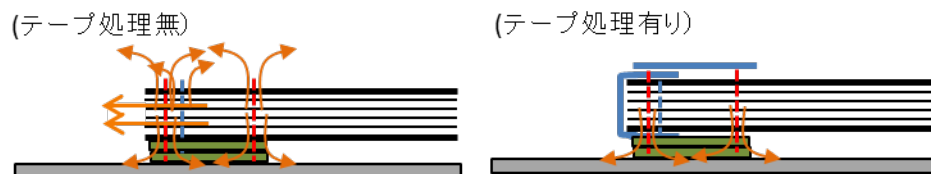


図11 縫製部へのテーピング有無による排気効果の違い

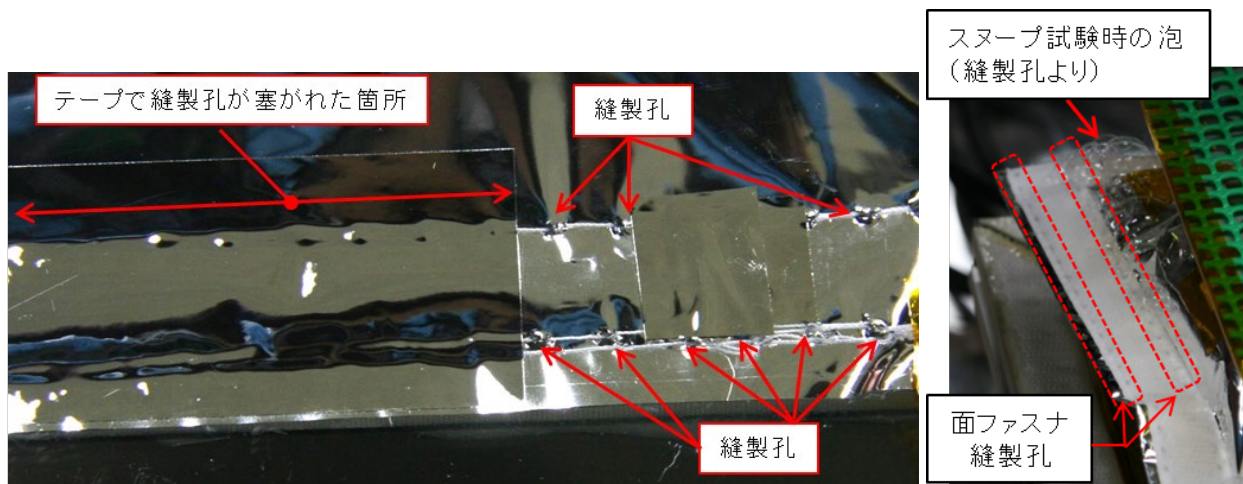


図12 縫製孔(針孔)の拡大図(左:最外層側、右:最内層側)

3.2 略語

- (1)MLI:Multi Layer Insulation
- (2)OSR:Optical Solar Reflector

4. 一般要求事項

MLI 剥離防止設計は、ロケット打上げ直後の急減圧環境下において、宇宙機構体内部及び MLI 層間の残留気体の排気を原因とする MLI 剥離を防止することを要求するものである。MLI 設計においては、本標準に示す MLI 剥離防止設計を採用し、宇宙機構体内部及び MLI 層間の残留気体を適切かつ確実に排気または通気すべきである。

5. 設計要求

5.1 MLI 剥離防止設計

MLI 剥離防止設計として、5.1.1 項及び 5.1.2 項に示す構体内部及び MLI 層間の残留気体の排気対策のための設計を行うと同時に、5.1.3 項に示す MLI 実装設計を行うこと。これらの設計は独立して議論することは避け、個々の MLI に対して 5.1.1～5.1.3 項の要求を全て考慮に入れて設計を行うこと。

5.1.1 構体内部排気対策

急減圧環境下においては、宇宙機構体内部の残留気体を適切かつ確実に排気するため、構体開口部の位置との整合性を図ったベントパスを設計すること。特に、残留気体の滞留は MLI 剥離を引き起こすため、MLI ベントホールを設けること。MLI ベントホールに対する設計要求を以下に示す。

- (1) MLI ベントホールはコンタミネーション及び脱ガスの流路となるため、ミッション機器や放熱面などへの影響を考慮し、システム設計要求を満たすよう設計すること。
- (2) 急減圧時のめくれ等によるシステムへの悪影響（センサ視野、展開回転機構との干渉等）を防止しつつ、排気時の流れ及び圧力に耐え、かつ十分な流路を確保できるよう設計すること。

5.1.2 MLI 層間排気対策

急減圧環境下において MLI 層間の残留気体の除去を適切かつ確実に行うために、MLI にベントパス（パーフォレーションまたはエッジベントホール）を設けること。ベントパスの仕様は断熱性能に対する影響を十分検討した上で設定すること。

MLI のベントパスに対する、層間排気対策のために推奨すべき仕様を以下に示す。

(1) パーフォレーション

当該 MLI の固定条件を考慮した上で、MLI が剥離に至るような過大な MLI 内外差圧が発生しないようなパーフォレーション仕様を選定すること。MLI 全層にパーフォレーションを設けることを原則とするが、最外層にパーフォレーションを設ける事ができない場合、MLI が剥離に至らない様なベントパス設計を実施すること。

(2) エッジベントホール

エッジベントホールのみに頼った MLI 層内部の残留気体の排気は避けること。

(3) MLI 端部処理

端部テープ処理を行わない場合は端部縫製孔（針孔）が一定の排気パスとして機能する可能性があるが（図 10、図 11、図 12）、縫製孔に頼った MLI 層内部の残留気体の排気設計は避けること。

5.1.3 MLI 実装

(1) MLI ファスナ配置

下記を考慮してファスナ及び MLI 配置を設計すること。

- ① MLI 内外差圧による剥離力に耐えること。
- ② 一部のファスナに荷重が集中しないようにファスナは極力均等に配置することとし、やむを得ずファスナ数が少ない領域が生じる場合は必要に応じてテーピング等により補強すること。
- ③ 打上げ時の機械環境に耐えること。
- ④ MLI 内部および宇宙機構体内部の残留気体のベントパスを考慮すること。

なお、面ファスナの縫製孔(針孔)は MLI 内部からの排気パスとしても機能するが(図 1 0、図 1 1、図 1 2)、縫製孔に頼った MLI 層内部の残留気体の排気設計は避けること。

(2) MLI 固定

面ファスナの結合力の不確定性を考慮し、面ファスナによる固定に加え、MLI をテーピング、縫製、固縛等により別途固定すること。なお、MLI 実装の別途固定による信頼性確保のための処置については、各 MLI 実装のクリティカリティを十分検討した上で、プロジェクト毎に個別に設定すること。

5.2 汚染管理への考慮

残留気体に含有する汚染物質(コンタミナント、パーティクル)による宇宙機構成材料(MLI を含む)及び搭載機器の性能劣化を防止するため、ベントパスを設計する際、パーフォレーション、MLI ベントホール、エッジベントホールの位置を十分検討すること。例えば、光学センサ、OSR 等の放熱面への汚染物質付着を防止するため、それらの近傍には MLI ベントホールを設けてはならない。

5.3 注意事項

本標準は MLI 剥離防止設計が対象であり、MLI の膨張自体を防止することは想定していない。MLI の膨張を防止する必要がある場合(例:センサへの視野干渉防止、包絡域の遵守等)は別途検討すること。

以上