

過酸化水素蒸気による除染用途での湿度計測

過酸化水素蒸気 (VH_2O_2) は、ライフサイエンス業界の一般的な滅菌剤で、インキュベータ、アイソレーター、クリーンルームおよびプロセスラインなど非常に多くの除染用途で使用されています。

二酸化塩素、ホルムアルデヒド、エチレンオキシドなどの一般的に使用される他の滅菌剤と比較して、 VH_2O_2 には、多数の利点があります。 VH_2O_2 は低温で使用でき、さまざまな素材に対応しています。DNA、タンパク質、および膜脂質を酸化する作用があるため、除染サイクルの正確な管理と組み合わせることにより、あらゆる生物学的汚染物質を破壊できます。過酸化水素 (H_2O_2) には、もう1つの利点として、水 (H_2O) と酸素 (O_2) に分解されるという性質があります。



除染の曝気段階が完了すると、除染エリア内に有毒な化合物が残らず、除染表面に化学物質が残留しません。

一般的な VH_2O_2 除染サイクル

VH_2O_2 の除染効果は、 H_2O_2 蒸気の濃度、暴露時間、ガス循環、除染対象生物の種類などのさまざまな要素に依存します。適格性評価ステップをすべて実施し、除染サイクルを検証した後、 VH_2O_2 による除染を繰り返すことで、満足できる結果が得られます。

除染は独立した4つのステップに分けることができ、各ステップを注意深く管理および監視する必要があります。

1.除湿段階

過酸化水素蒸気は水蒸気とともに環境に噴射されるため、調整段階の前に除染対象エリアを除湿する必要があります。除

湿を適切に実施しないと、望ましくない結露が発生する場合があります。

2.調整段階

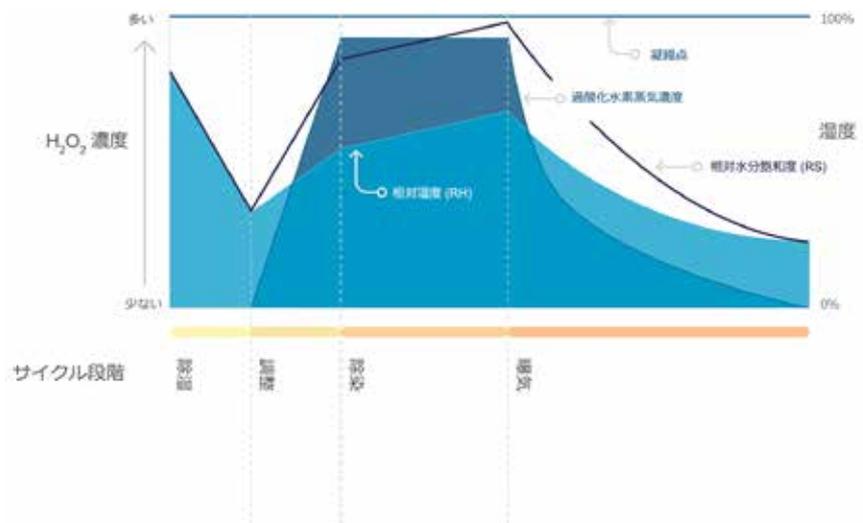
この段階では、除染のための適切な条件が整えられ、 VH_2O_2 が環境に噴射されます。

3.除染段階

目標値は用途によって異なります (例: H_2O_2 300~1,200ppm、湿度 50~100%)。十分な暴露時間の間、表面と微生物は致死濃度の過酸化水素蒸気に暴露されます。

4.曝気段階

H_2O_2 は、通常、触媒コンバーターにより水蒸気と酸素に分解されます。



相対湿度、相対水分飽和度、およびVH₂O₂濃度

水 (H₂O) と過酸化水素 (H₂O₂) は、よく似た分子構造を持ち、どちらも空気中の湿度と飽和点に影響を与えます。相対湿度 (RH) は、その定義から、特定の温度で空気中に含まれる水蒸気の量のみを示します。そのため、空気に過酸化水素蒸気が多く含まれていると、相対湿度が100%になる前に結露が発生します。

水蒸気と過酸化水素蒸気の組み合わせによって、相対水分飽和度 (RS) が決まります。相対水分飽和度は、水と過酸化水素蒸気の濃度および空気の温度に左右されます。温度が高いほど、空気が保持できる水と過酸化水素蒸気の量が多くなります。湿度が低いほど、結露を発生させずに、より多くのH₂O分子およびH₂O₂分子を含めることができます。

標準的な相対湿度センサは、過酸化水素分子を分解するための保護触媒層を備えていないため、H₂O₂蒸気中での使用は推奨されません。湿度センサは、有害な濃度の過酸化水素にさらされると、ドリ

フトが発生して精度が低下する可能性があります。センサのドリフトの程度は、H₂O₂濃度と暴露時間に依存します。湿度センサは水蒸気用に設計されているため、過酸化水素蒸気がセンサに強い影響を与えます。そのため、特にVH₂O₂濃度が高い場合、通常の湿度センサの計測値から算出された相対水分飽和度を使用すると、大きな計測誤差が生じる場合があります。

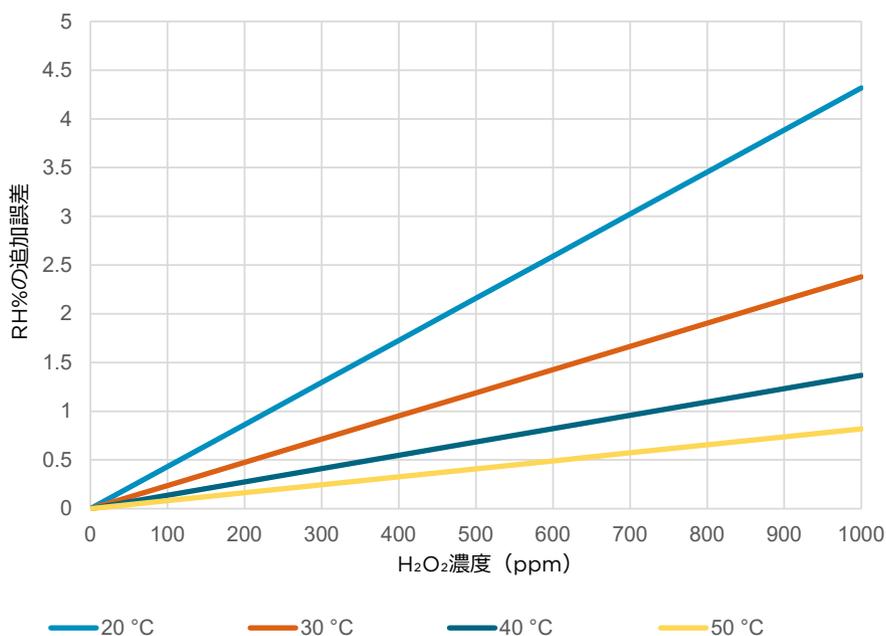
代案として、触媒層を備えた湿度センサを使用してみましょう。触媒層は、有害なVH₂O₂を分解してセンサを保護します。その結果、相対水分飽和度は不明のまま、センサは相対湿度レベルのみを計測できます。また、除染中にVH₂O₂が他の計測誤差を引き起こす可能性がある点にも注意が必要です。触媒作用で発生した湿度の一部がセンサで計測され、小さな正の誤差が生じます。蒸気噴射、流速、フィルタ、温度などの要素の影響があるため、この誤差の大きさを完全に制御することはできません。VH₂O₂によるセンサの誤差は、分解されたすべてのVH₂O₂がセンサで計測されると仮定することで推定できます。

たとえば、触媒フィルタでの湿度の最大誤差影響度は、300ppmのVH₂O₂で約+1%RH、900ppmのVH₂O₂で+3%RH (23°Cの場合) です。

実際の除染プロセスを管理するために湿度を計測のではなく、洗浄サイクル間を管理するために湿度を計測する用途では、触媒層を備えた湿度センサが最適です。

これらの湿度センサ機能 (非触媒および触媒) の他にも、両方の技術と付加価値を組み合わせた別のソリューションがあります。ヴァイサラのPEROXCAP®技術には、両方のタイプの湿度センサが含まれています。触媒層がある湿度センサと触媒層がない湿度センサを組み合わせることで、個々のセンサの制限を乗り越えることができます。このようにして、ヴァイサラのHPP270シリーズのプロープに含まれるPEROXCAP®センサは、相対湿度と相対水分飽和度の両方、およびVH₂O₂濃度を正確に計測できます。

触媒層を備えた湿度センサによる除染中のRH計測



ケミカルパーズによる安定性の向上

VH₂O₂によるセンサのドリフトは、H₂O₂濃度、暴露時間、水蒸気量および気温などさまざまな要素の影響を受けます。暴露頻度が低い場合、ケミカルパーズまたは加温なしの触媒センサに推奨される最大VH₂O₂条件は、結露しない環境で400ppmです。この場合、推奨される合計暴露時間は、校正間において100時間です。高濃度のVH₂O₂が必要な場合や除染サイクルを頻繁に実施することが想定される場合は、ケミカルパーズ機能を備えたセンサをお勧めします。

HPP270シリーズのプローブは、加温とケミカルパーズを標準機能としています。これらの機能を備え、高精度のデュアルセンサPEROXCAP®技術が組み込まれたプローブは、VH₂O₂による除染用途に理想的なソリューションです。HMT330シリーズ変換器、HMM170湿度モジュール、HMPスマートプローブなど、いくつかのヴァイサラ湿度製品では、ケミカルパーズをオプションで利用できます。触媒層を備えた湿度センサでは、ケミカルパーズ機能を使用すると、定期的な加温によって触媒層の安定性が向上します。

除染プロセスの目標が、肉眼では見えない結露状態に到達する場合、プローブにセンサ加温用のコンボジットセンサを装備することをお勧めします。HPP270シリーズのプローブとケミカルパーズ付き湿度プローブは、結露しない場合と結露しやすい場合の両方のVH₂O₂除染プロセスに適しています。

推奨用途

除染プロセスの監視：HPP272プローブを使用すると、除染中に相対水分飽和度、相対湿度、過酸化水素濃度を高い信頼性で計測できます。

洗浄サイクル間の湿度計測：湿度の計測にPEROXCAP®センサを備えたHPP272、または触媒センサであるHUMICAP®センサとパーズ機能を使用すると、過酸化水素の暴露に対する最大限の保護が確保され、除染プロセスにおける相対湿度計測で最高の性能が発揮されます。



概要

VH₂O₂を使用する用途に適した計測方法は、具体的な計測内容によって異なります。蒸気発生装置の安定性やその他のプロセス要素によっては、除湿中または洗浄サイクル間の相対湿度計測だけで十分な場合があります。一部の用途では、VH₂O₂の管理と監視が必要です。次の表に、相対湿度センサ（HUMICAP®）、触媒層を備えた相対湿度センサ（触媒センサであるHUMICAP®）、およびこれら2つのセンサを1つのプローブに組み合わせたもの（PEROXCAP®）の比較を示します。

	HUMICAP®	HUMICAP®触媒付き	PEROXCAP®
説明	さまざまな用途でのRH計測用。	VH ₂ O ₂ を使用する環境でのRH計測用。	RHとVH ₂ O ₂ のppm計測用。
通常動作時の相対湿度 (RH%) 計測	非推奨です。 正確ですが、VH ₂ O ₂ による除染サイクルには向きません。	正確な相対湿度値が得られます。	正確な相対湿度値が得られます。
除染中の相対湿度 (RH%) 計測	不正確です。 VH ₂ O ₂ によるセンサドリフトが発生する場合があります。	正確ですが、触媒層からの余分なH ₂ Oにより、追加誤差が生じる可能性があります。	正確な相対湿度値が得られます。
除染中の相対水分飽和度 (RS%) 計測	非推奨です。	非推奨です。H ₂ O ₂ が触媒作用により分解され、残留したH ₂ Oが計測されます。	正確な相対水分飽和度の値が得られます。
除染中のH ₂ O ₂ 蒸気の計測	使用できません。	使用できません。	推奨します。H ₂ O ₂ 蒸気のppmは、ヴァイサラの独自アルゴリズムで計算されます。
長期耐久性	結露しやすいVH ₂ O ₂ 環境では、過度のドリフトが発生します。	結露しやすい環境でVH ₂ O ₂ に対する耐性があります。	結露しやすい環境でVH ₂ O ₂ に対する耐性があります。
センサの加温およびケミカルパージ	オプションのセンサパージにより、結露に対する保護が強化されます。	オプションのセンサパージにより、結露に対する保護が強化されます。	PEROXCAP®の標準機能です。
推奨製品	<ul style="list-style-type: none"> • HMPx スマートプローブ • HMT330 • HMT360 • HMT120/130 • HMM100 • HMM170 • HMP110 	<ul style="list-style-type: none"> • HMPx スマートプローブ • HMT330 • HMP110 • HMM170 	<ul style="list-style-type: none"> • HPP270シリーズのプローブ： <ul style="list-style-type: none"> ○ HPP271 (H₂O₂のppm用) ○ HPP272 (H₂O₂のppm、RH/RS%、温度、露点、蒸気圧用)

VAISALA

詳細は以下よりお問い合わせください。
www.vaisala.com/contactus

www.vaisala.com

Ref. B212110JA-A ©Vaisala 2021

本文書は著作権保護の対象となっており、すべての著作権はヴァイサラと関連会社によって保有されています。無断複写・転載を禁じます。本文書に掲載されているすべてのロゴおよび製品名は、ヴァイサラまたは関連会社の商標です。私的利用その他法律によって明示的に認められる範囲を超えて、これらの情報を使用（複製、送信、頒布、保管等を含む）をすることは、事前に当社の文書による許諾がない限り、禁止します。技術的仕様を含め、すべての仕様は予告なく変更されることがあります。