

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-132576

(P2012-132576A)

(43) 公開日 平成24年7月12日(2012.7.12)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
 F 2 4 F 7/007 (2006.01) F 2 4 F 7/007 B 3 L 0 5 6

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2010-282711 (P2010-282711)	(71) 出願人	000006666
(22) 出願日	平成22年12月20日 (2010.12.20)		アズビル株式会社
			東京都千代田区丸の内2丁目7番3号
		(74) 代理人	100064621
			弁理士 山川 政樹
		(74) 代理人	100098394
			弁理士 山川 茂樹
		(72) 発明者	田中 雅人
			東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 株
			式会社山武内
		(72) 発明者	三浦 真由美
			東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 株
			式会社山武内
		Fターム(参考)	3L056 BD07

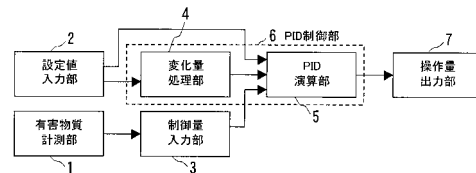
(54) 【発明の名称】 有害物質制御装置および方法

(57) 【要約】

【課題】設定値の変更時に本来あるべき適切な制御動作をユーザに意識させることなく実現する。

【解決手段】有害物質制御装置は、被制御空間の有害物質の量を制御量PVの値として計測する有害物質計測部1と、有害物質の量の目標値を表す設定値SPの変更時に、有害物質が増加する側への設定値変更の場合には微分先行型あるいは比例微分先行型のPID演算により操作量MVを算出し、有害物質が減少する側への設定値変更の場合には通常型のPID演算により操作量MVを算出するPID制御部6と、操作量MVに応じて被制御空間から排出する空気の風量あるいは被制御空間へ供給する空気の風量を変化させて被制御空間における有害物質の量を調節する有害物質低減装置に対して、PID制御部6が算出した操作量MVを出力する操作量出力部7とを備える。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

被制御空間の有害物質の数量を制御量 P V の値として計測する有害物質計測手段と、  
被制御空間における有害物質の数量の目標値を表す設定値 S P の変更時に、有害物質が増加する側への設定値変更の場合には微分先行型あるいは比例微分先行型の P I D 演算により設定値 S P と制御量 P V とから操作量 M V を算出し、有害物質が減少する側への設定値変更の場合には通常型の P I D 演算により設定値 S P と制御量 P V とから操作量 M V を算出する P I D 制御手段と、

操作量 M V に応じて被制御空間から排出する空気の風量あるいは被制御空間へ供給する空気の風量を変化させて被制御空間における有害物質の数量を調節する有害物質低減装置に対して、前記 P I D 制御手段が算出した操作量 M V を出力する操作量出力手段とを備えることを特徴とする有害物質制御装置。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 記載の有害物質制御装置において、

前記 P I D 制御手段は、

設定値 S P の変更時に設定値 S P が下降する場合にのみ、設定値 S P の変化量  $\Delta S P$  を算出する変化量処理手段と、

設定値 S P の変化量  $\Delta S P$  を比例動作と微分動作に反映させて P I D 演算を行ない、操作量 M V を算出する P I D 演算手段とから構成されることを特徴とする有害物質制御装置

20

**【請求項 3】**

請求項 1 記載の有害物質制御装置において、

前記 P I D 制御手段は、

設定値 S P の変更時に設定値 S P が下降する場合にのみ、設定値 S P の変化量  $\Delta S P$  を算出する変化量処理手段と、

設定値 S P の変化量  $\Delta S P$  を微分動作に反映させて P I D 演算を行ない、操作量 M V を算出する P I D 演算手段とから構成されることを特徴とする有害物質制御装置。

**【請求項 4】**

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の有害物質制御装置において、

さらに、設定値 S P を決定する目安となる所定の有害物質の数量を規定値 V S としたとき、予め規定された過去の特定期間内における制御履歴の中で、制御量 P V が最も上昇したときの前記規定値 V S と制御量 P V との差である余裕度に応じて設定値 S P を更新する設定値更新手段を備えることを特徴とする有害物質制御装置。

30

**【請求項 5】**

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の有害物質制御装置において、

前記有害物質計測手段は、微生物数計測装置であることを特徴とする有害物質制御装置

**【請求項 6】**

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の有害物質制御装置において、

前記有害物質計測手段は、揮発性有機化合物計測装置であることを特徴とする有害物質制御装置。

40

**【請求項 7】**

有害物質計測手段により被制御空間の有害物質の数量を制御量 P V の値として計測する有害物質計測ステップと、

被制御空間における有害物質の数量の目標値を表す設定値 S P の変更時に、有害物質が増加する側への設定値変更の場合には微分先行型あるいは比例微分先行型の P I D 演算により設定値 S P と制御量 P V とから操作量 M V を算出し、有害物質が減少する側への設定値変更の場合には通常型の P I D 演算により設定値 S P と制御量 P V とから操作量 M V を算出する P I D 制御ステップと、

操作量 M V に応じて被制御空間から排出する空気の風量あるいは被制御空間へ供給する

50

空気の風量を変化させて被制御空間における有害物質の数量を調節する有害物質低減装置に対して、前記PID制御ステップで算出した操作量MVを出力する操作量出力ステップとを備えることを特徴とする有害物質制御方法。

【請求項8】

請求項7記載の有害物質制御方法において、  
前記PID制御ステップは、  
設定値SPの変更時に設定値SPが下降する場合にのみ、設定値SPの変化量SPを算出する変化量処理ステップと、  
設定値SPの変化量SPを比例動作と微分動作に反映させてPID演算を行ない、操作量MVを算出するPID演算ステップとからなることを特徴とする有害物質制御方法。

10

【請求項9】

請求項7記載の有害物質制御方法において、  
前記PID制御ステップは、  
設定値SPの変更時に設定値SPが下降する場合にのみ、設定値SPの変化量SPを算出する変化量処理ステップと、  
設定値SPの変化量SPを微分動作に反映させてPID演算を行ない、操作量MVを算出するPID演算ステップとからなることを特徴とする有害物質制御方法。

【請求項10】

請求項7乃至9のいずれか1項に記載の有害物質制御方法において、  
さらに、設定値SPを決定する目安となる所定の有害物質の数量を規定値VSとしたとき、予め規定された過去の特定期間内における制御履歴の中で、制御量PVが最も上昇したときの前記規定値VSと制御量PVとの差である余裕度に応じて設定値SPを更新する設定値更新ステップを備えることを特徴とする有害物質制御方法。

20

【請求項11】

請求項7乃至10のいずれか1項に記載の有害物質制御方法において、  
前記有害物質計測手段は、微生物数計測装置であることを特徴とする有害物質制御方法。

【請求項12】

請求項7乃至10のいずれか1項に記載の有害物質制御方法において、  
前記有害物質計測手段は、揮発性有機化合物計測装置であることを特徴とする有害物質制御方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、衛生的であることが要求される食品工場や医薬品工場あるいは病院などにおいて、室内に存在する細菌などの微生物を低減させる空調システムや、化学的汚染を抑制すべき研究室などにおいて、室内に漏洩する揮発性有機化合物などの有害物質を低減させる空調システムに係り、特に有害物質の数量をリアルタイムに計測して制御する有害物質制御装置および方法に関するものである。

【背景技術】

40

【0002】

食品工場や医薬品工場あるいは病院などの衛生的な施設では、浮遊菌および付着菌が人や物の出入りに伴って室内に侵入する可能性があり、侵入した浮遊菌および付着菌が室内の壁面や装置等に付着して増殖することにより、室内が汚染されるという問題があった。室内の汚染があると、製品の品質悪化につながり、また食品の場合には食中毒の原因となり問題である。

【0003】

従来、この問題の対策として、循環空気および外気を空気浄化フィルタで濾過してから室内に吹き込む方法が多く採用されている(図7)。図7に示す空調システムは、部屋100から戻る空気(環気)と外気との混合気を冷却または加熱する空調機101と、外気

50

の取り入れ口102と、部屋100に設けられた環気・排気吸込口103と、室内の空気を排出するための排気ファン104と、排気口105と、空調機101に戻す環気の量を調節するダンパ106と、空調機101によって冷却または加熱された空気(給気)の量を調節するダンパ107\_1, 107\_2と、部屋100に設けられた給気吹出口108\_1, 108\_2と、給気吹出口108\_1, 108\_2に設置された空気浄化フィルタ109\_1, 109\_2と、ダンパ107\_1, 107\_2の開度を制御する風量可変空調(VAV)コントローラ110とから構成される。

【0004】

また、別の方法として、室内の空気を循環させる循環ダクトと室内に給気を供給する給気ダクトの各々に微生物低減手段として紫外線照射装置と抗菌剤噴霧装置とを設け、紫外線照射装置によって空気中の菌を殺菌すると共に、室内に抗菌剤を散布して抗菌雰囲気保持するようにした空調システムが提案されている(特許文献1参照)。

10

【0005】

また、化学的汚染を抑制するべき研究室などの施設では、有害物質が混入した空気の封じ込めを行なうために、ヒュームフード(ドラフトチャンバー)が採用されている。これにより、実験室の外に汚染された空気が逆流することを抑制する。このようなヒュームフードを使用するシステムでは、ヒュームフードのサッシの開度に応じて排気バルブを調節して排気風量を変化させて、省エネルギーを図っている。あるいは、ヒュームフードに人検知センサを設置し、ヒュームフードの前に作業者がいるときには排気バルブを調節して排気風量を増やし、作業者がいないときには安全な待機レベルまで排気風量を低下させるようにして、省エネルギーを図っている(特許文献2参照)。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2005-106296号公報

【特許文献2】特開2010-121865号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記の技術は、いずれも排除すべき微生物や揮発性有機化合物(Volatile Organic Compounds: VOC)の量に対して予め必要な換気風量や排気風量が設定されており、特にVOCについては、扱う薬品や作業状況によってVOCの発生量などが想定されている。すなわち、リアルタイムに微生物やVOCの量を検出して、緻密に風量を制御するというコンセプトではないので、安全のためには省エネルギー余裕を多くせざるを得ない。

30

【0008】

一方で、リアルタイム性の高い微生物数計測装置や、リアルタイム性の高いVOC計測装置などが、実用化されてきている。微生物数計測装置としては、米国バイオビジラントシステムズ(BioVigilant Systems)社が開発したリアルタイム細菌ディテクタ(長谷川倫男他,「気中微生物リアルタイム検出技術とその応用」,株式会社山武, azbil Technical Review 2009年12月号, p. 2-7, 2009年)がある。また、VOC計測装置としては、デジタルVOC測定器(株式会社シロ産業, <http://www.webshiro.com/syuhinsetumei/M176VC-1000.htm>)がある。

40

【0009】

これらの計測装置を用いるならば、微生物の量やVOCの量のリアルタイム計測値を制御量PVとし、微生物の量やVOCの量の安全な基準値を設定値SPとし、風量(あるいは風量を決定するバルブ開度やファン回転数)を操作量MVとするフィードバック制御系を構成することが可能になる。この場合、最も容易な実現方法としては、PID制御を採用することが考えられる。

【0010】

しかし、PID制御は簡易な制御方法として広く普及しているが、PIDパラメータの

50

調整などに、ある程度の専門的な知識が要求される。微生物やVOCの増減の条件は、換気設備・排気設備と計測装置の位置関係を含め、施設の運用条件に依存して変化するので、個々のPID制御ループ毎に最終調整する必要がある。全ての最終調整に制御の専門家が立ち会うことは不可能なので、安全性が重視される空調システムを利用するユーザにとっての利便性が要求される。

#### 【0011】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、微生物やVOCのような空気に混入する有害物質を対象とし、リアルタイム性の高い計測装置を利用して、PID制御による風量制御を用いて有害物質の量を安全な範囲に抑制する場合において、設定値の変更時に本来あるべき適切な制御動作をユーザに意識させることなく実現することができ、ユーザにとっての利便性を向上させることができる有害物質制御装置および方法を提供することを目的とする。

10

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0012】

本発明の有害物質制御装置は、被制御空間の有害物質の数量を制御量PVの値として計測する有害物質計測手段と、被制御空間における有害物質の数量の目標値を表す設定値SPの変更時に、有害物質が増加する側への設定値変更の場合には微分先行型あるいは比例微分先行型のPID演算により設定値SPと制御量PVとから操作量MVを算出し、有害物質が減少する側への設定値変更の場合には通常型のPID演算により設定値SPと制御量PVとから操作量MVを算出するPID制御手段と、操作量MVに応じて被制御空間から排出する空気の風量あるいは被制御空間へ供給する空気の風量を変化させて被制御空間における有害物質の数量を調節する有害物質低減装置に対して、前記PID制御手段が算出した操作量MVを出力する操作量出力手段とを備えることを特徴とするものである。

20

#### 【0013】

また、本発明の有害物質制御装置の1構成例において、前記PID制御手段は、設定値SPの変更時に設定値SPが下降する場合にのみ、設定値SPの変化量 $\Delta SP$ を算出する変化量処理手段と、設定値SPの変化量 $\Delta SP$ を比例動作と微分動作に反映させてPID演算を行ない、操作量MVを算出するPID演算手段とから構成されることを特徴とするものである。

また、本発明の有害物質制御装置の1構成例において、前記PID制御手段は、設定値SPの変更時に設定値SPが下降する場合にのみ、設定値SPの変化量 $\Delta SP$ を算出する変化量処理手段と、設定値SPの変化量 $\Delta SP$ を微分動作に反映させてPID演算を行ない、操作量MVを算出するPID演算手段とから構成されることを特徴とするものである。

30

#### 【0014】

また、本発明の有害物質制御装置の1構成例は、さらに、設定値SPを決定する目安となる所定の有害物質の数量を規定値VSとしたとき、予め規定された過去の特定期間内における制御履歴の中で、制御量PVが最も上昇したときの前記規定値VSと制御量PVとの差である余裕度に応じて設定値SPを更新する設定値更新手段を備えることを特徴とするものである。

40

また、本発明の有害物質制御装置の1構成例において、前記有害物質計測手段は、微生物数計測装置である。

また、本発明の有害物質制御装置の1構成例において、前記有害物質計測手段は、揮発性有機化合物計測装置である。

#### 【0015】

また、本発明の有害物質制御方法は、有害物質計測手段により被制御空間の有害物質の数量を制御量PVの値として計測する有害物質計測ステップと、被制御空間における有害物質の数量の目標値を表す設定値SPの変更時に、有害物質が増加する側への設定値変更の場合には微分先行型あるいは比例微分先行型のPID演算により設定値SPと制御量PVとから操作量MVを算出し、有害物質が減少する側への設定値変更の場合には通常型の

50

P I D 演算により設定値 S P と制御量 P V とから操作量 M V を算出する P I D 制御ステップと、操作量 M V に応じて被制御空間から排出する空気の風量あるいは被制御空間へ供給する空気の風量を変化させて被制御空間における有害物質の量を調節する有害物質低減装置に対して、前記 P I D 制御ステップで算出した操作量 M V を出力する操作量出力ステップとを備えることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、被制御空間における有害物質の量の目標値を表す設定値 S P の変更時に、有害物質が増加する側への設定値変更の場合には微分先行型あるいは比例微分先行型の P I D 演算により操作量 M V を算出し、有害物質が減少する側への設定値変更の場合には通常型の P I D 演算により操作量 M V を算出することにより、有害物質が増加する側（省エネルギー優先側）への設定値変更の場合には風量が緩やかに減少するような慎重な制御動作になり、有害物質が減少する側（安全優先側）への設定値変更の場合には風量が急峻に増加するような迅速な制御動作になる。その結果、本発明では、設定値 S P の変更時に本来あるべき適切な制御動作を、空調システムのユーザに意識させることなく実現することができ、ユーザにとっての利便性を向上させることができる。

10

【0017】

また、本発明では、予め規定された過去の特定期間内における制御履歴の中で、制御量 P V が最も上昇したときの規定値 V S と制御量 P V との差である余裕度に応じて設定値 S P を更新することにより、安全な P I D 制御動作を行いながら、設定値 S P の自動更新を行うことができ、安全かつ省エネルギーを考慮した適切な設定値 S P を設定することができる。また、本発明では、設定値 S P の自動更新が要因になって有害物質の量が最も上昇するというような現象を抑制することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る有害物質制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る有害物質制御装置の動作を示すフローチャートである。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る有害物質制御装置の制御動作の例を示す図である。

30

【図4】本発明の第3の実施の形態に係る有害物質制御装置の構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態に係る有害物質制御装置における規定値入力部および設定値更新部の動作を示すフローチャートである。

【図6】本発明の第3の実施の形態に係る有害物質制御装置の設定値更新動作の例を示す図である。

【図7】従来の空調システムの構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

40

[発明の原理1]

P I D 制御の方式には、通常型（P I D 制御）、微分先行型（P I - D 制御）、比例微分先行型（I - P D 制御）などがある。制御技術ベンダーは、各社の事業が対象とする市場のニーズを考慮して、適宜一定の方式を選択し、汎用 P I D 制御装置の製品を市場投入している。一方、ユーザ側は P I D 制御の種類によって制御動作の留意点があることを認識していないので、例えばユーザ自身が慣れている P I D パラメータ調整を行なったときであっても、意図せぬ動作になることがある。意図せぬ動作が結果的に適切な方向へ転じればよいが、逆の場合は問題が生じることもあり得る。

【0020】

ここで、微生物数や V O C 量を計測しながら風量制御を行なう場合に P I D 制御を適用

50

すると、設定値  $S P$  の変更時に本来あるべき適切な制御動作が、 $P I D$  制御の種類によって適合するか否かが異なる。したがって、ユーザが極力これを意識せずに済むべきであることに着眼した。

#### 【 0 0 2 1 】

そして、慎重な制御動作が要求される側への設定値  $S P$  変更時には微分先行型 ( $P I - D$  制御) あるいは比例微分先行型 ( $I - P D$  制御) になり、緊急的な制御動作が要求される側への  $S P$  変更時には通常型 ( $P I D$  制御) になるように、 $P I D$  制御ロジック自体が構成されていけばよいことに想到した。

#### 【 0 0 2 2 】

##### [ 発明の原理 2 ]

上記発明の原理 1 のように  $P I D$  制御系を構成した場合であっても、安全かつ省エネルギー余裕を抑えた設定値  $S P$  を適切に設定できていることが重要な要素になる。換気設備・排気設備の浄化能力を予め調査し、適度な設定値  $S P$  を規定しておく方法もあるが、リアルタイム性の高い計測装置を利用するのであれば、制御実績に基づき適度な設定値  $S P$  を自動で推定することが可能であり現実的であることに着眼した。

#### 【 0 0 2 3 】

そして、過去の適当な期間の制御履歴の中で、最も有害物質の量が上昇したときの余裕度 (法令などによる安全値を参考に適宜設計し与えられる規定値に対する下回り具合) に応じて、設定値  $S P$  を自動決定することに想到した。この場合、自動的に設定値  $S P$  が適宜変更されることになるので、上記発明の原理 1 の  $P I D$  制御ロジックの構成は特に好適である。

#### 【 0 0 2 4 】

##### [ 第 1 の実施の形態 ]

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図 1 は本発明の第 1 の実施の形態に係る有害物質制御装置の構成を示すブロック図である。本実施の形態は、上記発明の原理 1 に対応するものである。有害物質制御装置は、被制御空間の有害物質の数量をリアルタイムに計測する有害物質計測部 1 と、被制御空間における有害物質の数量の目標値を表す設定値  $S P$  を取得する設定値入力部 2 と、有害物質計測部 1 で計測される数量を制御量  $P V$  の値として取得する制御量入力部 3 と、設定値  $S P$  の変更時に設定値  $S P$  が下降する場合にのみ、設定値  $S P$  の変化量  $\Delta S P$  を算出する変化量処理部 4 と、設定値  $S P$  の変化量  $\Delta S P$  を比例動作と微分動作に反映させて  $P I D$  演算を行ない、操作量  $M V$  を算出する  $P I D$  演算部 5 と、操作量  $M V$  (風量指示値) を有害物質低減装置に出力する操作量出力部 7 とから構成される。変化量処理部 4 と  $P I D$  演算部 5 とは、 $P I D$  制御部 6 を構成している。

#### 【 0 0 2 5 】

図 2 は本実施の形態の有害物質制御装置の動作を示すフローチャートである。有害物質計測部 1 は、被制御空間における例えばトルエンなどの  $V O C$  の数量 (単位 [ $\mu g / m^3$ ]) を計測する (図 2 ステップ  $S 1 0 0$ )。有害物質計測部 1 は、有害物質の計測に適した位置に設置されている必要がある。

設定値  $S P$  は、法令などの安全基準に則ってユーザが設定した、被制御空間における  $V O C$  の数量 (単位 [ $\mu g / m^3$ ]) の目標値を表している。この設定値  $S P$  は、設定値入力部 2 を介して変化量処理部 4 と  $P I D$  演算部 5 に入力される (ステップ  $S 1 0 1$ )。

#### 【 0 0 2 6 】

有害物質計測部 1 で計測された  $V O C$  の数量 (単位 [ $\mu g / m^3$ ]) は、制御量  $P V$  として制御量入力部 3 を介して  $P I D$  演算部 5 に入力される (ステップ  $S 1 0 2$ )。

変化量処理部 4 は、設定値  $S P$  の変更時に設定値  $S P$  が下降する場合にのみ、設定値  $S P$  の変化量  $\Delta S P$  を算出して  $P I D$  演算部 5 に送る (ステップ  $S 1 0 3$ )。具体的には、変化量処理部 4 は、式 (1) により設定値  $S P$  の変化量  $\Delta S P$  を算出して  $P I D$  演算部 5 に出力する。

$$S P_0 = S P_0 - S P_1 \quad \dots (1)$$

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

S P\_0は最新の制御周期において算出された設定値 S P の変化量、S P\_0は最新の制御周期において入力された設定値 S P、S P\_1は最新よりも1制御周期前の制御周期において入力された設定値 S P である。ただし、変化量処理部 4 は、式 ( 1 ) により算出した設定値 S P の変化量 S P\_0が正の値の場合には、変化量 S P\_0を0に変換した上で P I D 演算部 5 に出力する。すなわち、変化量処理部 4 は、式 ( 2 ) で表される処理を行う。この処理の結果、設定値 S P が1制御周期前の値に比べて下降する場合にのみ、設定値 S P の変化量を P I D 演算部 5 に送ることになる。

I F S P\_0 > 0 . 0 T H E N S P\_0 = 0 . 0 . . . ( 2 )

## 【 0 0 2 8 】

次に、P I D 演算部 5 は、設定値 S P と制御量 P V と設定値 S P の変化量 S P とから操作量 M V を算出する ( ステップ S 1 0 4 ) 。本実施の形態では、操作量 M V の変化分 M V を算出する速度型の P I D 演算を採用する。また、本実施の形態では、有害物質低減装置として、被制御空間からの排出風量を操作量 M V に応じて変化させることにより被制御空間における有害物質の量を調節するヒュームフードを想定しており、ヒュームフードにおいては操作量 M V が増加すると排気風量が増加し、V O C が減少するという増減関係になるので、いわゆる正動作を採用する。P I D 演算部 5 が操作量 M V の変化分 M V を算出する P I D 演算式は以下ようになる。

$$M V = K p [ ( P V_0 - P V_1 - S P_0 ) + ( P V_0 - S P_0 ) d t / T i + \{ ( P V_0 - P V_1 ) - ( P V_1 - P V_2 ) - ( S P_0 - S P_1 ) \} T d / d t ] \dots ( 3 )$$

## 【 0 0 2 9 】

S P\_1は最新よりも1制御周期前の制御周期において算出された設定値 S P の変化量、P V\_0は最新の制御周期において入力された制御量 P V、P V\_1は最新よりも1制御周期前の制御周期において入力された制御量 P V、P V\_2は最新よりも2制御周期前の制御周期において入力された制御量 P V、M V は最新の制御周期において算出された操作量 M V の変化分、K p は所定の比例ゲイン、T i は所定の積分時間、T d は所定の微分時間、d t は制御周期である。

そして、P I D 演算部 5 は、算出した変化分 M V から操作量 M V を次式により算出する。

M V\_0 = M V\_1 + M V . . . ( 4 )

## 【 0 0 3 0 】

M V\_0は最新の制御周期において算出された操作量 M V、M V\_1は最新よりも1制御周期前の制御周期において算出された操作量 M V である。以上で、P I D 演算部 5 の処理が終了する。

## 【 0 0 3 1 】

式 ( 3 ) の第 1 項 ( P V\_0 - P V\_1 - S P\_0 ) は制御が比例動作になることを示しており、設定値 S P が1制御周期前の値に対して上昇する場合は S P\_0 = 0 . 0 の比例先行型になる。また、式 ( 3 ) の第 3 項 { ( P V\_0 - P V\_1 ) - ( P V\_1 - P V\_2 ) - ( S P\_0 - S P\_1 ) } T d / d t は制御が微分動作になることを示しており、設定値 S P が上昇する場合は S P\_0 - S P\_1 = 0 . 0 の微分先行型になる。すなわち、設定値 S P が1制御周期前の値に対して上昇する場合、式 ( 3 ) によって行われる全体の制御動作は比例微分先行型 ( I - P D 制御 ) になる。

## 【 0 0 3 2 】

上記のとおり、式 ( 3 ) の第 1 項 ( P V\_0 - P V\_1 - S P\_0 ) は制御が比例動作になることを示しており、設定値 S P が1制御周期前の値に対して下降する場合は S P\_0 が加味される通常型になる。また、式 ( 3 ) の第 3 項 { ( P V\_0 - P V\_1 ) - ( P V\_1 - P V\_2 ) - ( S P\_0 - S P\_1 ) } T d / d t は制御が微分動作になることを示しており、設定値 S P が下降する場合は S P\_0 - S P\_1 が加味される通常型になる。すなわち、設定値 S P が1制御周期前の値に対して下降する場合、式 ( 3 ) によって行われる全体

10

20

30

40

50

の制御動作は通常型（P I D制御）になる。

【0033】

操作量出力部7は、P I D演算部5が算出した操作量M Vを図示しない有害物質低減装置に出力する（ステップS 105）。本実施の形態では、有害物質低減装置としてヒュームフードを想定している。ヒュームフードは、操作量M Vが上昇すると排気風量を増加させるので、ヒュームフードが設置された研究室等の被制御空間におけるV O C等の有害物質の量が減少する。操作量M Vが下降するとヒュームフードの排気風量が減少することは言うまでもない。

【0034】

以上のようなステップS 101～S 105の処理をオペレータ等の指令によって有害物質制御装置が停止するまで（ステップS 106においてY E S）、制御周期d t毎に繰り返す。

10

【0035】

図3に本実施の形態の典型的な制御動作の例を示す。図3から明らかなように、省エネルギーを優先して設定値S Pを上げると風量が低下するが、この際には設定値S Pの変更をP I D演算に反映させることなく、風量が緩やかに減少するように動作する。すなわち、風量を減少させるという危険側への動作は、慎重な制御動作になる。

一方、安全を優先して設定値S Pを下げると風量が増加するが、この際には設定値S Pの変更をP I D演算に反映させるので、風量は急峻に増加する。すなわち、風量を増加させるという緊急性が要求され得る動作は、迅速な制御動作になる。

20

【0036】

以上のように、本実施の形態では、省エネルギー優先側への設定値変更の場合には慎重な制御動作になり、安全優先側への設定値変更の場合には迅速な制御動作になる。その結果、本実施の形態では、設定値S Pの変更時に本来あるべき適切な制御動作を、空調システムのユーザに意識させることなく実現することができ、ユーザにとっての利便性を向上させることができる。

【0037】

[第2の実施の形態]

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。本実施の形態は、上記発明の原理1に対応する別の実施の形態である。本実施の形態においても、有害物質制御装置の構成は第1の実施の形態と同様であるので、図1の符号を用いて説明する。本実施の形態の有害物質制御装置は、有害物質計測部1と、設定値入力部2と、制御量入力部3と、変化量処理部4と、設定値S Pの変化量 S Pを微分動作に反映させてP I D演算を行ない、操作量M Vを算出するP I D演算部5と、操作量出力部7とから構成される。

30

【0038】

有害物質制御装置の処理の流れは第1の実施の形態と同様であるので、図2を用いて本実施の形態の有害物質制御装置の動作を説明する。

有害物質計測部1は、被制御空間における例えば細菌などの微生物の数量（単位[個/m<sup>3</sup>]）を計測する（図2ステップS 100）。

設定値S Pは、法令などの安全基準に則ってユーザが設定した、被制御空間における微生物の数量（単位[個/m<sup>3</sup>]）の目標値を表している。この設定値S Pは、設定値入力部2を介して変化量処理部4とP I D演算部5に入力される（ステップS 101）。

40

【0039】

有害物質計測部1で計測された微生物の数量（単位[個/m<sup>3</sup>]）は、制御量P Vとして制御量入力部3を介してP I D演算部5に入力される（ステップS 102）。

変化量処理部4は、設定値S Pの変更時に設定値S Pが下降する場合にのみ、設定値S Pの変化量 S Pを算出してP I D演算部5に送る（ステップS 103）。この変化量処理部4の動作は第1の実施の形態で説明したとおりである。

【0040】

次に、P I D演算部5は、設定値S Pと制御量P Vと設定値S Pの変化量 S Pとから

50

操作量 M V を算出する (ステップ S 1 0 4)。本実施の形態では、操作量 M V を直接算出する位置型の P I D 演算を採用する。また、本実施の形態では、有害物質低減装置として、被制御空間の換気風量を操作量 M V に応じて変化させることにより被制御空間における有害物質の量を調節する換気装置を想定しており、換気装置においては操作量 M V が増加すると換気風量が増加し、微生物が減少するという増減関係になるので、いわゆる正動作を採用する。P I D 演算部 5 が操作量 M V を算出する P I D 演算式は以下になる。

$$M V_0 = K p [ ( P V_0 - S P_0 ) + ( P V_j - S P_j ) d t / T i + ( P V_0 - P V_1 - S P_0 ) T d / d t ] \dots ( 5 )$$

【 0 0 4 1 】

P V\_0 は最新の制御周期において入力された制御量 P V、P V\_1 は最新よりも 1 制御周期前の制御周期において入力された制御量 P V、P V\_j は最新よりも j 制御周期前の制御周期において入力された制御量 P V、S P\_j は最新よりも j 制御周期前の制御周期において入力された設定値 S P、M V\_0 は最新の制御周期において算出された操作量 M V、K p は比例ゲイン、T i は積分時間、T d は微分時間、d t は制御周期である。

【 0 0 4 2 】

式 ( 5 ) の第 2 項  $( P V_j - S P_j ) d t / T i$  は制御が積分動作になることを示しており、過去の偏差  $( P V_j - S P_j )$  の累積に基づく演算になることを示している。偏差の累積  $( P V_j - S P_j )$  は、理論上は制御開始からの全ての累積として定義され、累積値として逐次更新するように演算すればよいが、実用的には 1 制御周期前 ( j = 1 ) から、積分時間 T i の 4 ~ 5 倍程度の過去の時間に相当する N 制御周期前 ( j = N ) までの各偏差を加算すれば問題ない。

式 ( 5 ) の第 3 項  $( P V_0 - P V_1 - S P_0 ) T d / d t$  は制御が微分動作になることを示しており、設定値 S P が 1 制御周期前の値に対して上昇する場合は  $S P_0 = 0$ 、0 の微分先行型になる。すなわち、設定値 S P が 1 制御周期前の値に対して上昇する場合、式 ( 5 ) によって行われる全体の制御動作は微分先行型 ( P I - D 制御 ) になる。

【 0 0 4 3 】

上記のとおり、式 ( 3 ) の第 3 項  $( P V_0 - P V_1 - S P_0 ) T d / d t$  は制御が微分動作になることを示しており、設定値 S P が 1 制御周期前の値に対して下降する場合は S P\_0 が加味される通常型になる。すなわち、設定値 S P が 1 制御周期前の値に対して下降する場合、式 ( 5 ) によって行われる全体の制御動作は通常型 ( P I D 制御 ) になる。

【 0 0 4 4 】

操作量出力部 7 は、P I D 演算部 5 が算出した操作量 M V を図示しない有害物質低減装置に出力する (ステップ S 1 0 5)。本実施の形態では、有害物質低減装置として換気装置を想定している。図 7 に示した空調システムあるいは特許文献 1 に開示された空調システムが、換気装置に相当する。図 7 に示した空調システムでは、操作量 M V が上昇すると、空調機によって冷却または加熱された給気量を調節するダンパの開度が大きくなり、空気浄化フィルタで濾過する給気量が増加するので、被制御空間における微生物の量が減少する。操作量 M V が下降すると風量が減少して微生物の量が増加することは言うまでもない。また、特許文献 1 に開示された空調システムでは、操作量 M V が上昇すると、紫外線照射装置を通過する換気量が増加するので、被制御空間における微生物の量が減少する。

【 0 0 4 5 】

以上のようなステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 5 の処理をオペレータ等の指令によって有害物質制御装置が停止するまで (ステップ S 1 0 6 において Y E S)、制御周期 d t 毎に繰り返す。

以上のようにして、本実施の形態では、第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 4 6 】

10

20

30

40

50

### [ 第 3 の実施の形態 ]

次に、本発明の第 3 の実施の形態について説明する。図 4 は本発明の第 3 の実施の形態に係る有害物質制御装置の構成を示すブロック図である。本実施の形態は、上記発明の原理 2 に対応するものである。本実施の形態の有害物質制御装置は、有害物質計測部 1 と、設定値入力部 2 と、制御量入力部 3 と、P I D 演算部 5 と、操作量出力部 7 と、設定値 S P を決定する目安となる規定値 V S を取得する規定値入力部 8 と、予め規定された過去の特定期間内における制御履歴の中で、制御量 P V が最も上昇したときの規定値 V S と制御量 P V との差である余裕度に応じて設定値 S P を更新する設定値更新部 9 とから構成される。

#### 【 0 0 4 7 】

有害物質計測部 1 1、設定値入力部 2、制御量入力部 3、変化量処理部 4、P I D 演算部 5 および操作量出力部 7 については、第 1 の実施の形態と同じなので説明は省略する。

図 5 は規定値入力部 8 および設定値更新部 9 の動作を示すフローチャートである。規定値 V S は、P I D 制御が行なわれる被制御空間において、設定値 S P を決定する目安となる V O C の数量 ( 単位 [  $\mu\text{g} / \text{m}^3$  ] ) を表している。この規定値 V S は、規定値入力部 8 を介して設定値更新部 9 に入力される ( 図 5 ステップ S 2 0 0 ) 。

#### 【 0 0 4 8 】

なお、設定値 S P は P I D 制御により維持しようとする値であるが、P I D 制御で維持していても、V O C などには実験室内の作業や人の出入りなどにより一時的にでも大きく乱れることは避けられない。すなわち、設定値 S P よりも実際の V O C の数量が増加することは、当然のこととして想定される。ゆえに、増加を想定して増加したときに達する値を管理する必要があり、この管理値が V S に相当する。そして、現実的に発生する乱れによる増加を観察して、設定値 S P は規定値 V S よりも低い値に選ばれるべきであり、どの程度に低くするかということが、本実施の形態により自動的に決定される。

#### 【 0 0 4 9 】

設定値更新部 9 は、予め規定された過去の特定期間 T ( 単位 [ h o u r ] ) 内において、最も有害物質の量が上昇したときの制御量 P V\_m を抽出し、規定値 V S と制御量 P V\_m との差である余裕度 d S に基づいて、予め設定されたタイミング毎 ( 例えば上記特定期間 T と同じ時間間隔のタイミング毎 ) に設定値 S P を更新する ( ステップ S 2 0 1 ) 。

$$d S = V S - P V_m \quad \dots ( 6 )$$

$$S P_n = S P_c + d S \quad \dots ( 7 )$$

#### 【 0 0 5 0 】

S P\_c は更新前に設定されている設定値 S P、S P\_n は更新後の設定値 S P、 $\alpha$  は所定の安全係数 (  $0 < \alpha < 1$  であり例えば  $\alpha = 1.0$  ) である。設定値更新部 9 は、式 ( 6 ) により余裕度 d S を算出し、式 ( 7 ) により新たな設定値 S P\_n を算出する。設定値更新部 9 が算出した設定値 S P\_n は、設定値入力部 2 を介して変化量処理部 4 と P I D 演算部 5 に入力される。

#### 【 0 0 5 1 】

図 6 に本実施の形態の典型的な設定値更新動作の例を示す。規定値 V S は、安全性と省エネルギー性の要求バランスに応じて、オペレータにより適宜設定される。

制御量 P V\_m が規定値 V S を下回って余裕度  $d S > 0.0$  となる場合、すなわち安全性に余裕がある場合、設定値 S P は更新前よりも高い数値 ( 省エネルギー優先側 ) に自動更新される。

#### 【 0 0 5 2 】

制御量 P V\_m が規定値 V S を上回って余裕度  $d S < 0.0$  となる場合、すなわち安全性に余裕がない場合、設定値 S P は更新前よりも低い数値 ( 安全優先側 ) に自動更新される。また、制御量 P V\_m が規定値 V S と一致して余裕度  $d S = 0.0$  となる場合、設定値 S P は更新前と同じ数値のまま維持される。

#### 【 0 0 5 3 】

設定値 S P の自動更新時に、省エネルギー優先側に自動更新されるときに緩やかな動作

10

20

30

40

50

になることを期待しているオペレータにとっては、第1の実施の形態で説明したとおり、風量が緩やかに減少する制御動作が保証される。一方、安全優先側に自動更新されるときに急峻な動作になることを期待しているオペレータにとっては、第1の実施の形態で説明したとおり、風量が急峻に増加する制御動作が保証される。このように、本実施の形態では、安全なPID制御動作を行いながら、設定値SPの自動更新を行うことができ、安全かつ省エネルギーを考慮した適切な設定値SPを設定することができる。

【0054】

また、本実施の形態によれば、省エネルギー優先側に設定値変更したときに、制御量PVのオーバーシュートが発生し難くなる。したがって、設定値SPの自動更新が要因になって有害物質の量が最も上昇するというような、本末転倒な現象の発生を抑制することができる。

10

【0055】

なお、本実施の形態では、第1の実施の形態に対して規定値入力部8および設定値更新部9を追加した構成を説明しているが、第2の実施の形態に追加してもよいことは言うまでもない。

【0056】

第1～第3の実施の形態で説明した有害物質制御装置は、CPU、記憶装置及びインタフェースを備えたコンピュータと、これらのハードウェア資源を制御するプログラムによって実現することができる。CPUは、記憶装置に格納されたプログラムに従って第1～第3の実施の形態で説明した処理を実行する。

20

【産業上の利用可能性】

【0057】

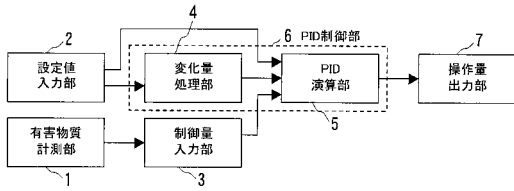
本発明は、有害物質の数量をリアルタイムに計測して制御する技術に適用することができる。

【符号の説明】

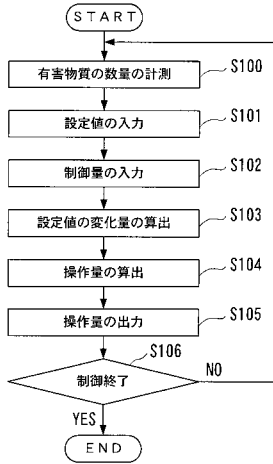
【0058】

1...有害物質計測部、2...設定値入力部、3...制御量入力部、4...変化量処理部、5...PID演算部、6...PID制御部、7...操作量出力部、8...規定値入力部、9...設定値更新部。

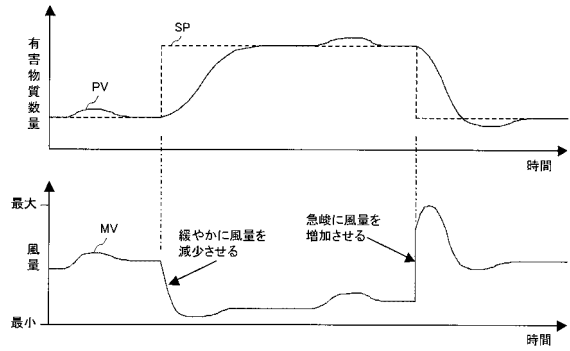
【 図 1 】



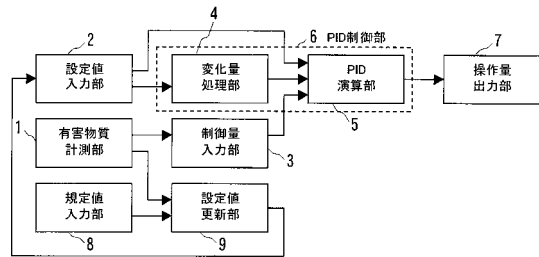
【 図 2 】



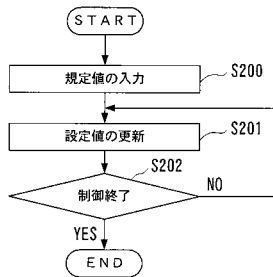
【 図 3 】



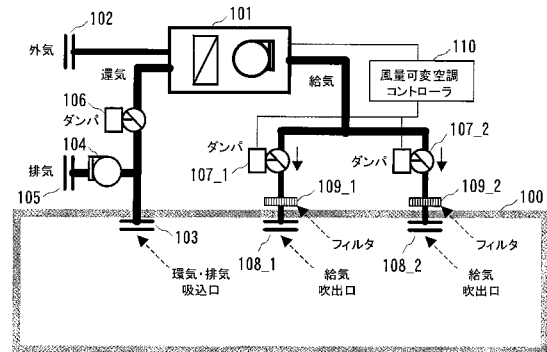
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】

