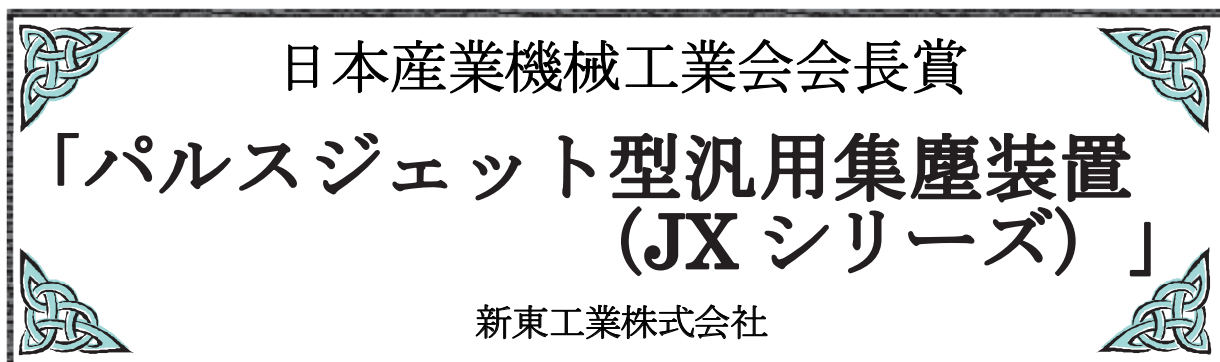




1. 装置の詳細説明

本装置は、生産現場などで発生する粉じんを含む空気をフィルタでろ過することにより清浄化する集塵装置であり、圧縮空気を瞬間的に噴射することでフィルタに堆積した粉じんを払い落とすパルスジェット機能を有している。

(1) パルスジェット型集塵装置の構造について

集塵装置に搭載される一般的なパルスジェット型払落し装置の構造を下記に示す。

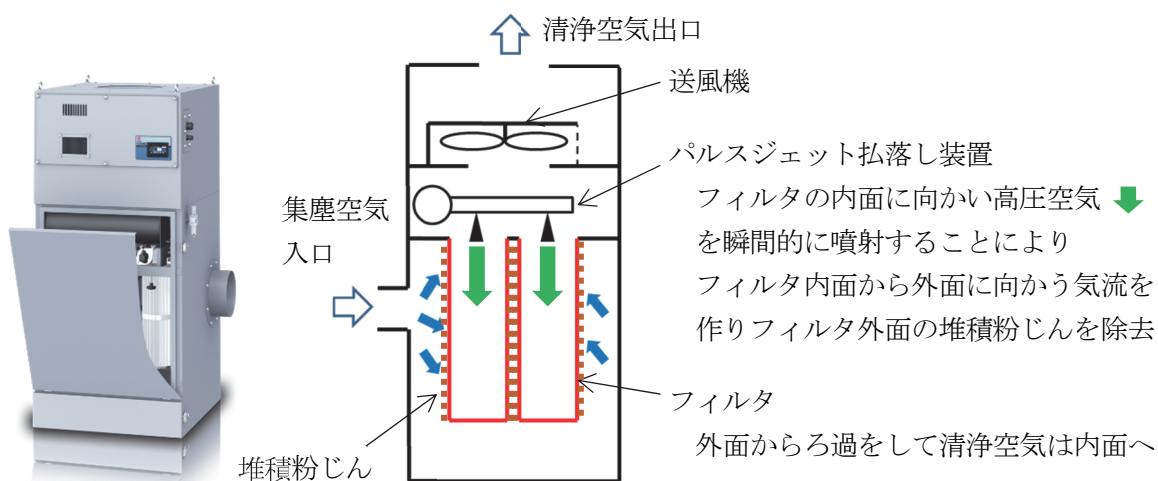


図1 一般的なパルスジェット型集塵機の構造

(2) 従来技術の問題点

フィルタの上部に設置されているノズル (A) から圧縮エアを瞬間的に噴射させ、そのエアと二次的に巻き込まれる周囲空気の効果によって、フィルタ表面に堆積した粉じんをフィルタ表面から離脱させ除去するというしくみであるが、構造上どうしても、噴射部からのエアはその慣性力によってフィルタのボトム部分 (B) に偏って導かれるため、この部分に払落しの効果が偏り、他の部分、特にトップ部分 (C) 付近に十分な効果を与えることが困難になる。従来はこの問題を解決するため、内部に干渉部品などを設けその問題の緩和させることもされていたが、その効果は十分ではなく、また、干渉物によって払落しのエネルギーが失われてしまう問題もあった。

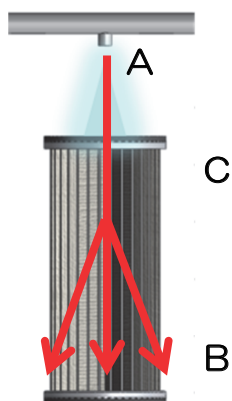


図2 従来型集塵機の払落し効果のイメージ

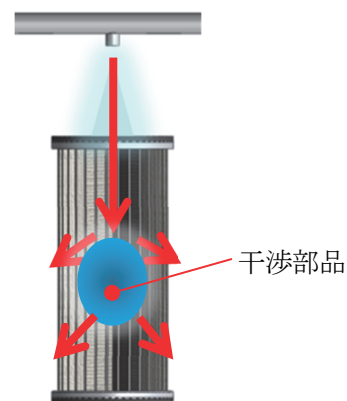


図3 従来型集塵機の払落し効果の偏りへの対策例

従来技術の場合、使用時間の経過とともにフィルタ上部には除去しきれなかった粉じんの堆積が徐々に進行するため、有効に機能するフィルタのろ過面積が減少していくことになる。その結果フィルタ抵抗（圧力損失）が上昇してしまうことがあった。

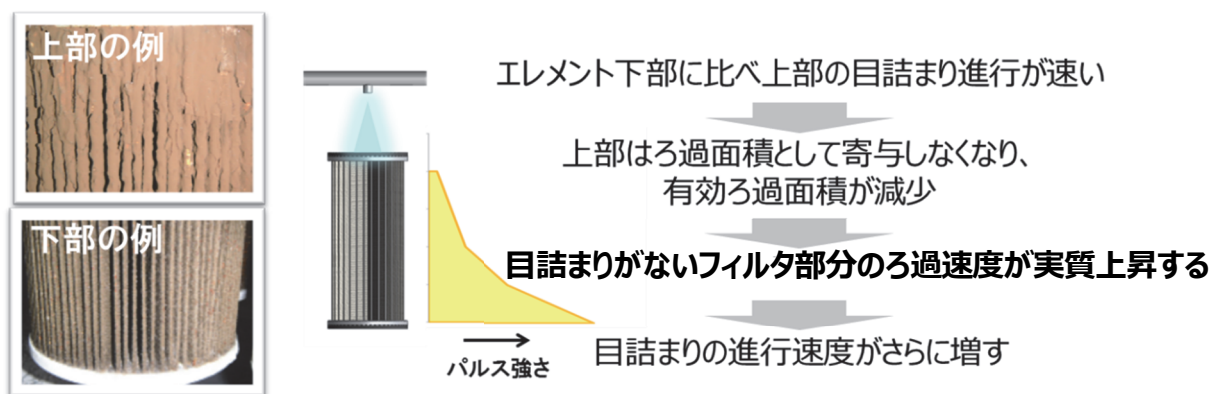


図4 従来パルスジェットの問題点

(3) 本装置の解決策

前述の問題を解決するために「対向パルスジェットシステム」を開発した。この方式では、対向する方向からパルスジェットを噴射させ、衝突をさせることでその部分の払落し効果を高めることができる。

それぞれのパルスジェットエアを任意のタイミング・時間で噴射する制御をすることによって、任意の場所で衝突させることを実現できる。このことによって、払落し効果を高める部分を任意にコントロールできるため、その衝突位置を変化させることによってフィルタ全域の粉じんの払落しを可能にした。

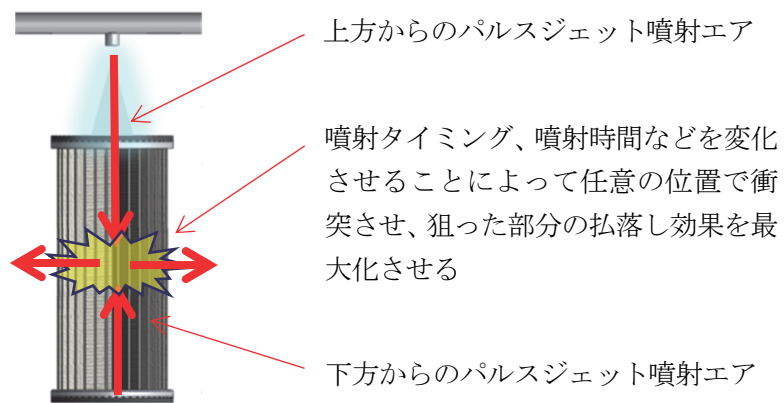


図5 対向パルスジェットシステム概要



図6 JXM 型装置外観写真

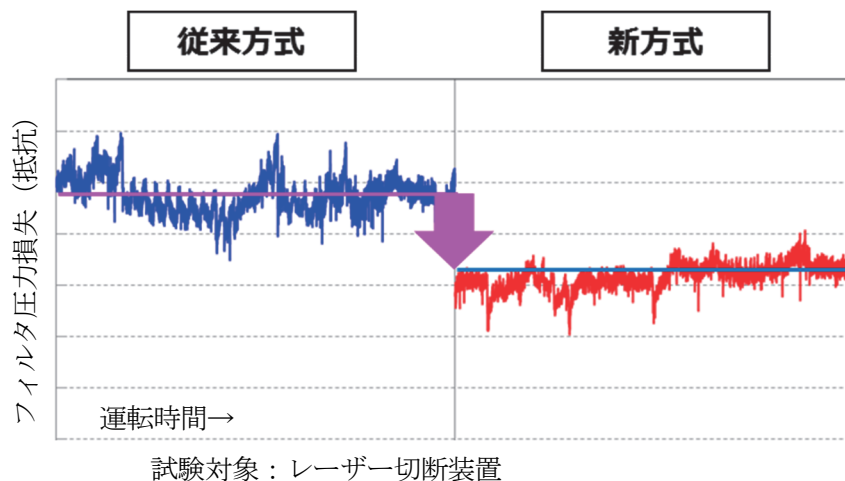


図7 従来方式と新方式とのフィルタ抵抗試験結果例

2. 開発経緯

(1) 開発の背景、目的

従来からパルスジェット型の集塵機は幅広いユーザ、用途に使われているが、フィルタの目詰まりによる吸引力の低下、あるいはその清掃や交換頻度が増加するなどの課題があった。特に、近年の加工装置の技術革新は著しく高性能化しており、その結果として加工装置から発生する粉じん量は増加の一途をたどっている。このことに伴い、集じん装置への負荷は増加するため、これらに対応できる技術、装置が求められていた。従来の手法で対応する場合、フィルタ数量（面積）を増加、高圧ファンを搭載するなどからの選択となり、大幅にインニシャル・ランニングコスト、設置スペースが増加してしまうという問題があった。これらの問題を解決するため、まず、集塵装置にとって最もフィルタの目詰まりが進行しやすい分野であるレーザー、プラズマ加工機を対象として新技術、装置の開発を開始した。この分野で十分な性能向上が確認できれば、他のほとんどの用途へ適用した場合でも同様な性能向上が期待できると考えた。

(2) 開発の目標

フィルタ抵抗（圧力損失）	20%削減
消費電力の低減	20%低減
※同使用条件において	

(3) 開発の経緯

2015 年 10 月～	パルスジェット改良に着手・対応技術の模索
2016 年	基礎試験、データ収集
2017 年 3 月	プロトタイプ機による実証試験
2017 年 11 月	第 1 号機納入

3. 独創性

この払落し効果に偏りが発生する問題は従来認識はされており、様々な工夫（干渉部品の設置など）によってその効果を平準化することへの対応をしてきたが、パルスジェット型払落し装置の宿命的な問題として完全な解決は難しいとされてきた。しかしながら、本装置は、単に平準化するのではなく、その効果が有効に発生する位置を任意かつ自動でコントロールしようとした発想に独創性がある。

従来方式

対向パルスジェット方式
上下のパルスタイミングを任意に変更
これをサイクリックに作動させエレメント全体を払落
しする

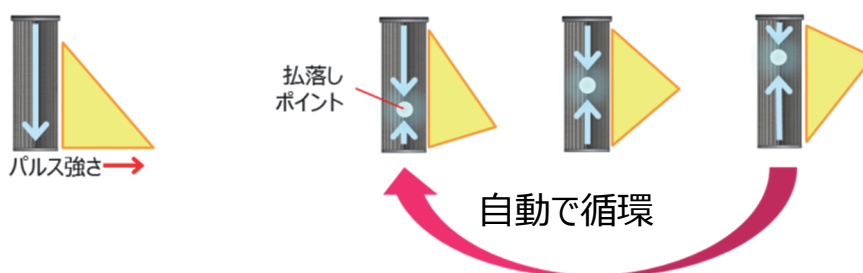


図8 対向パルスジェットの動作

また、このアイデアを実用化するにあたっては、交換時のメンテナンス性の悪化が最大の障害であった。フィルタ内で対向する方向からエアを噴出するためには、フィルタボトム側にもエアの吹き出し口を設ける必要があるが、単純にボトム部分にエア配管を接続する構造とした場合、フィルタ交換時には粉じんが堆積した装置内で、その配管の離脱、再取付が必要になるなど、交換の作業性が大幅に悪化してしまう。このため本装置では、フィルタ内部に独自の J 型のノズルを内蔵させることによって、この問題を解決した。この方法によって従来と全く同じ操作でフィルタ交換を可能にできる。この部分はこれまでにはない大きな独創性がある点である。

4. 特許の有無

次のとおり、特許 2 件を出願中。

出願番号：特願 2018-564149 / 名称：集塵装置およびその粉塵払落方法

出願番号：特願 2018-203602

/ 名称：集塵装置、集塵装置の制御方法、及び集塵装置の制御プログラム

また、次のとおり、意匠権 2 件を登録済み。

登録番号：第 1603402 号 / 名称：集塵機用フィルター

登録番号：第 1603403 号 / 名称：集塵機用フィルター

5. 性能

集塵装置に求められる性能は、その捕集性能と吸引能力であるが、本装置の解決策によってフィルタの目詰まり、すなわち圧力損失を大幅に低減させ、その結果吸引能力を長期間にわたって向上させることを実現した。

払落し効果によって改善されたフィルタ圧力損失のフィールド試験結果を下記に示す。

試験条件

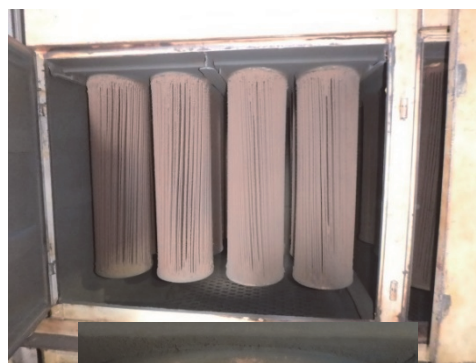
試験対象装置	ファイバーレーザー加工機
風量	40 m ³ /min
フィルタ面積	42 m ²
ろ過速度	0.96m/min

表1 フィルタ圧力損失のフィールド試験結果

	新型 (対向パルス方式)	従来型 (片側パルス方式)	削減効果 %
圧力損失 (フィルタ抵抗)	1.5～2.0 kPa	2.5 kPa	40～20%
消費電力 ファン+圧縮エア分合算	4.5kW	5.82kW	23%



新方式フィルタ外観
8,500 時間運転後・通常運転直後



従来装置フィルタ外観
同程度の使用品の代表例

図9 従来方式と新方式とのフィルタ状態の比較例

6. 経済性

(1) ランニングコスト

従来装置と比較して、フィルタ抵抗を低く維持することが可能となるため、消費電力やフィルタ清掃頻度などの低減を実現し、その結果ランニングコストを大幅に削減することができる。

表2 ランニングコストの比較

		新型	従来型	削減効果
E_c	消費電力	77	100	-23%
M_c	コンプレッサメンテナンス費	71	100	-29%
Fc_c	フィルタ清掃	0	100	-100%
Fr_c	フィルタ交換	83	100	-17%
T_c	トータル	56	100	-44%

試算条件

- ・ 2,000h/年
- ・ 15 円/kWh

(2) イニシャルコスト

本装置はフィルタの目詰まりを抑制し、その圧力損失を低くすることができるため、使用条件によっては1 ランク装置容量を下げた選定が可能になる。この場合はイニシャルコストが低減できることになる。同じ容量を持つ型式の選定でもコストアップを最小限に抑えたことから、1～2 年のランニングコスト削減分で十分に回収可能である。

7. 将来性

新東工業では、工場における粉じん火災や爆発リスクへの対策としてダクトレス集塵を推進している。ダクト自体を無くしてしまえば、ダクト内における粉じんの堆積に起因する様々な問題を解消できる。その中で集塵機自体の火災爆発リスクを低減する対策として、水を使った湿式チャンバによる着火源の消火、燃えにくい難燃フィルタ、火災発生を最短で検出する火災センサとともに本集塵装置を組み合わせることで火災リスクを最小化する。本装置ではフィルタに残存する粉じんを最小限にすることによって、火災リスク低減へ大きく寄与できるものと考えている。

本装置は、近年高性能化が著しい各種加工装置に最適な集塵装置であり、既にレーザープラズマ加工機向けとして高い評価をいただき、従来装置からの移行が急速に進んでいる。しかし

ながら、このほかにもフィルタの目詰まりや火災が課題となっている対象は数多く存在し、本装置はその解決策になり得ると考えており、今後幅広く普及していく可能性が高いと考えている。