

研究概要報告書

資料 - 1 2

(1/4)

研究題目	空間信号処理による振動インテンシティ計測の高速高精度化	報告書作成者	上羽 貞行
研究申請者	上羽 貞行、中村 健太郎、小池 義和、石井 孝明		
研究目的	<p>騒音制御を行う上では、騒音の伝搬経路を知る必要があり、構造物を伝搬する振動エネルギーの流れを把握することが望まれている。このためには振動インテンシティを正確に測定することが必要であるが、従来は振動インテンシティ導出に必要な高次空間微分演算に差分近似を用いていたため、演算誤差を低減することが困難であった。本研究の目的は、振動インテンシティを高精度に測定するために波数空間処理という新しい信号処理理論と高速測定系を提案し、実用化のための基礎的な理論と計測手法の確立を行うことである。</p>		
研究内容	<p>本研究では波数空間信号処理法による振動インテンシティ計測の研究を行い以下のような研究成果を挙げた。</p> <p>1) 振動インテンシティを測定するためには、図1に示すように面外方向変位 (ξ) の空間微分係数を求める必要がある。従来は差分近似法を用いた手法が行われていたが、高次の差分演算において誤差を避けることは困難であった。申請者らは波数空間における処理法を提案し、以下に述べる数値シミュレーション及び計測実験により本提案手法の有効性を確認した。</p> <p>2) 波数空間信号処理法の計測処理手順を図2に示す。本手法の特色は振動インテンシティを求めるのに必要な空間微分演算を波数空間領域において処理していることであり、空間微分演算は波数空間において簡単な積として実現でき測定精度の向上が図れる。さらに、測定データに含まれるノイズの影響を抑圧するため波数空間領域でのフィルタリングにより誤差の抑圧が可能となる。実際の振動測定は非接触を前提とし、光学的手法であるレーザドップラ振動計を用いた。</p> <p>3) 波数空間処理法の適用条件は、フーリエ変換におけるサンプリング定理から測定対象となる振動波長の $1/2$ 以下に測定間隔を設定する必要があることを明らかにした。これより、実際の測定におけるサンプリング間隔を決定することができる。</p>		

4) 計測精度向上のために波数空間領域における空間フィルタの適用が必要であり、梁モデルを用いた数値シミュレーションより、適切なローパスフィルタ遮断波数は測定対象となる波数（たわみ振動）の1.5倍程度であり、波数空間における空間的分解能が振動インテンシティ計測精度に影響することを明らかにした。フィルタ形状については今後更に検討を行う必要がある。

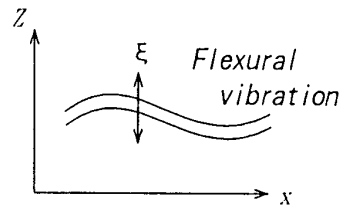
5) 図3は計測システムの構成図である。振動分布測定は、レーザヘッドを移動ステージ（2次元）に取り付け機械的走査により行い、測定された振動速度分布、波数スペクトル分布及び波数空間でのローパスフィルタリングしたのち再生した振動分布を図4に示す。振動インテンシティの定義式に基づき計算されたインテンシティベクトルを図5に示す。この図より加振点から周囲に張り付けられた制振ゴムに向けたエネルギーの流れが生じている様子を把握することができる。

6) 実際の振動機器への適用を図るため全自動型洗濯機を対象とした計測実験を行った。図6は後部パネル上部における振動の周波数成分を示している。15Hzは駆動用モータの回転によるもので、計算されるインテンシティ分布を図7に示す。これより、本手法を実際の振動機器へも適用できる可能性が確かめられた。

以上より振動インテンシティ計測法として波数空間処理法の有効性が確認された。本研究では予算の関係上機械的走査法を採用したため実時間でのインテンシティの可視化は達成されていない。しかし、光学的走査法を計測システムに導入することにより計測の高速化は実現可能であり、今後光学的走査法の実現及び曲率を有する構造体等への計測理論の適用について検討を行う予定である。

(注： フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等，研究内容の補足説明にご使用下さい)

様式 - 10



$$I_x = D \left\langle \frac{\partial^3 \xi}{\partial x^3} \frac{\partial \xi}{\partial t} - \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial x \partial t} \right\rangle_T$$

$\langle \rangle_T$: Time average
 D : Flexural rigidity

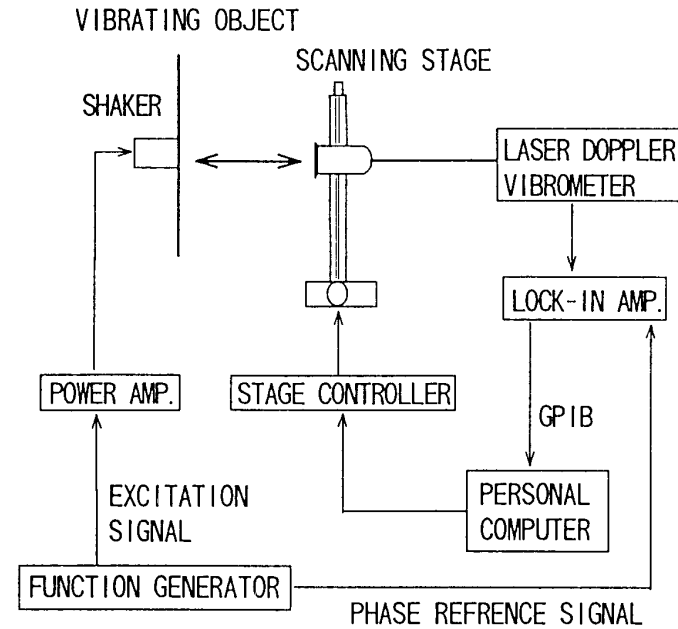
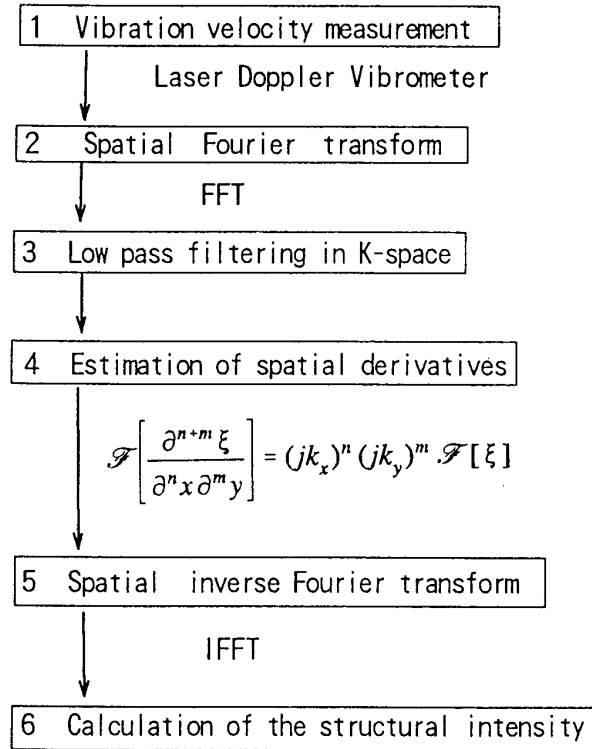


図1 振動インテンシティの定義

図2 計測処理手順

図3 計測システム

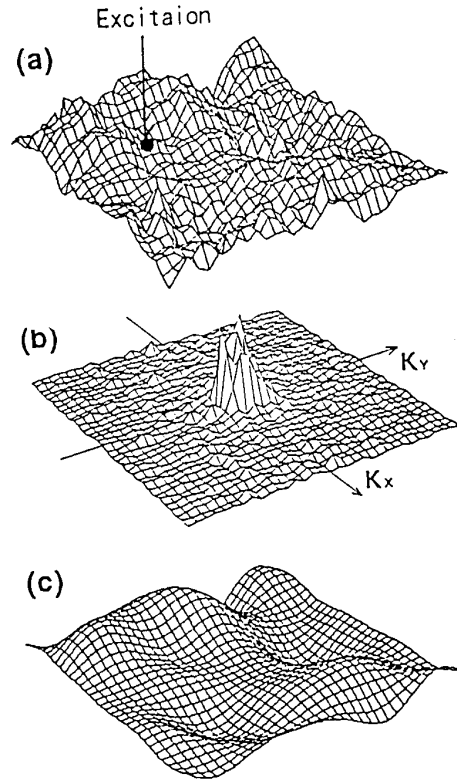


図4 (a)振動速度分布(測定値) (b)波数スペクトル分布
(c)振動速度分布(再生: $k_c/k_0 = 1.8$)
 k_0 : Flexural wave number k_c : Cut off wave number

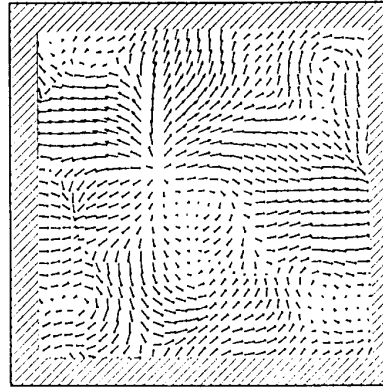


図5 インテンシティベクトル分布

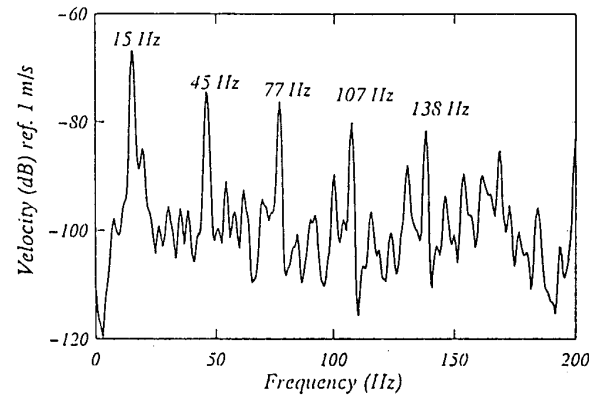
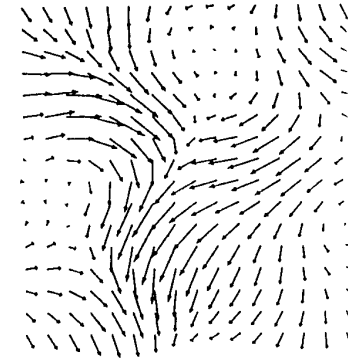
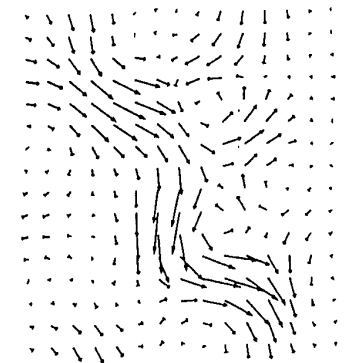


図6 振動周波数成分



(a) 77 Hz 成分



(b) 138 Hz 成分

図7 インテンシティベクトル分布