

研究概要報告書

資料 - 2

(/)

研究題名	コニカル形の放射面を用いた長距離集束超音波トランスジューサの開発	報告書作成者	山 田 顕
研究従事者	山 田 顕		
研究目的	<p>超音波を利用した映像装置は、医用診断や非破壊検査をはじめとする種々の分野で用いられている。このような装置では分解能の向上が最重要課題となっており、その要となるトランスジューサの性能の向上が強く求められている。特に超音波のビーム幅で決まる方位分解能はパルス長で決まる距離分解能に対して数段劣っており、撮像しようとする距離範囲の全域にわたり幅の狭い超音波ビームを形成するトランスジューサの実現が望まれる。しかしながら、これまでこのような要求に対し充分満足すべき特性のトランスジューサは得られていなかった。</p> <p>ところで、近年、回折の全く生じない波動ビームが理論的に存在しうることが光学の分野において報告され、注目を集めている。この波動ビームは0次の第1種ベッセル関数J_0で与えられる断面分布を持ち、中心軸上のどの位置においても同じ分布を保ったまま伝搬するという極めて興味深い特性を持っている。このような無回折ビームは本来開口が無限の場合にのみ存在するものであるが、有限の開口面から放射された場合でもかなり広い距離範囲にわたり中心軸付近に集中した場を形成することから、これを音響の分野に導入すれば超音波映像装置の高解像度化が期待される。</p> <p>最近本研究担当者らは、コニカル（円錐）形の放射面を持つトランスジューサを用いれば、その放射面の振動速度に適切な重み付けを施すだけでベッセル形無回折ビームと同様の長距離集束超音波ビームが得られることを見いだした。このトランスジューサは構造が極めて簡単で製作も容易であり、これが広く用いられれば超音波映像装置の高解像度化と製作コストの低減化が図られるものと期待される。本研究の目的は、この重み付けコニカル形トランスジューサの最適設計条件を追究しその製作法を確立することにより、広い距離範囲にわたり幅の狭い超音波ビームを形成しうる新しい高解像度映像装置用トランスジューサを開発することにある。</p>		

様式 - 9

研究概要報告書

(/)

研究内容

1. 放射面の振動速度分布にベッセル関数の包絡線関数で重み付けしたコニカル形トランスジューサについて、その放射音場特性を理論的に検討した。その結果、重み付けコニカル形トランスジューサを連続波で駆動した場合には中心軸付近でベッセル形に類似した放射音場特性が得られることが明らかになった。また、トランスジューサ近傍の中心軸からはずれた領域ではハンケル関数形の音場が形成され、サイドローブが低減されることがわかった。さらに、このトランスジューサをパルスで駆動した場合にはサイドローブが平坦化され、パルスの持続時間を短くできるなど、ベッセル形よりも優れた特性を示すことを明らかにした。

2. 重み付けの一手法として、半径方向に厚さの変化する誘電体層を圧電体と励振用電極の間にはさみ込み、圧電体に加わる電圧を制御する方法を試みた。圧電材料として厚さ $120\mu\text{m}$ のPVD F高分子圧電フィルムを用い、コニカル放射面の頂角を 172° に選んだ場合について、最適な重み分布を与える誘電体材料の誘電率を理論計算により求め、その製作方法を検討した。その結果、エポキシ系接着剤とチタン酸バリウムセラミックス粉末を約3:7の重量比で混合したものを誘電体材料に用いれば、ベッセル関数の包絡線に近い励振電圧分布が得られることがわかった。

3. 上記‘2’で述べたPVD F材と誘電体材料の組み合わせによる直径 12.5mm の重み付けコニカル形トランスジューサを試作した。中心周波数 3.6MHz の連続波および単一周期正弦波パルスでトランスジューサを駆動し、水中でその音場分布を測定した結果、

① $20\text{mm}\sim 100\text{mm}$ の距離範囲において5~7波長の半値幅を持つ細束超音波ビームが形成されること

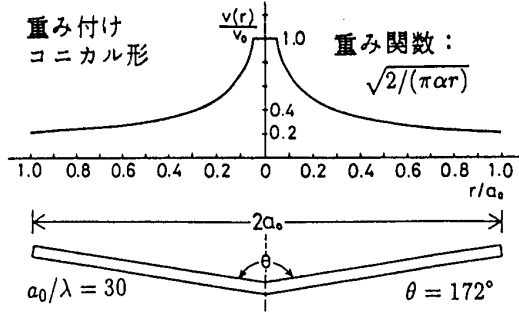
② 理論計算で予測されたように、パルス駆動時にはサイドローブの山谷が平坦化されること

などが明らかになり、本トランスジューサの長距離集束能力が実証された。

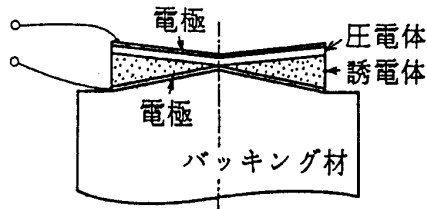
4. 重み付けの別法として、コニカル形の放射面をリング状振動子群で分割近似し、これに離散的な重みを与えるトランスジューサを提案した。さらに、連続波駆動時およびパルス駆動時の放射音場を理論的に検討した。その結果、分割数が8程度以上であれば連続的に重みをかけた場合とほとんど同じ放射音場特性が得られることが明らかになった。また、この分割近似トランスジューサにおいても、パルス駆動時にはサイドローブが低減されることがわかった。

説明書

(/)

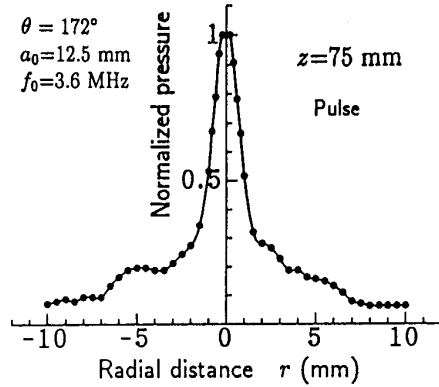


コニカル形トランスジューサと重み関数

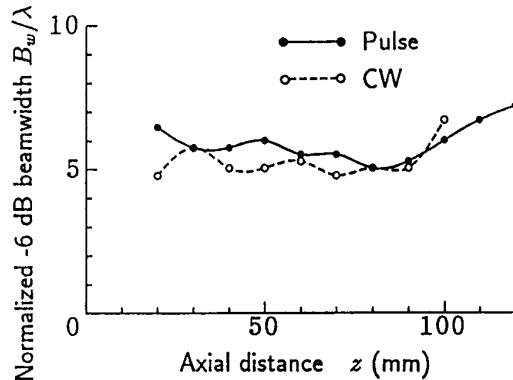


誘電体層を用いた重み付けコニカル形トランスジューサの構成

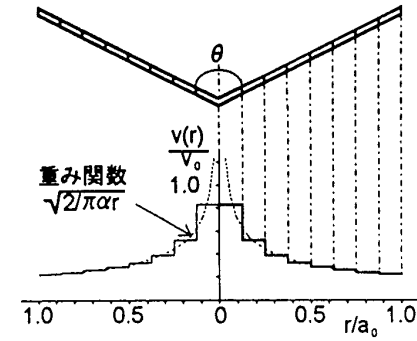
〔圧電体と励振電極の間に誘電体を挿入
誘電体層の厚さを半径方向に変化させ、
圧電体への印加電圧を制御〕



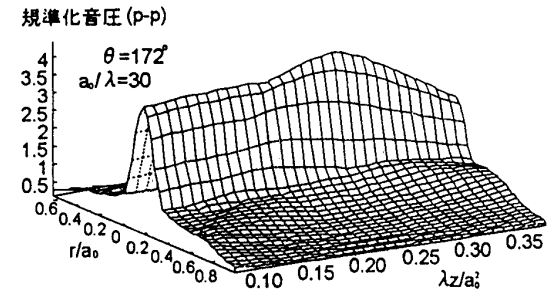
断面内音場分布の測定値(パルス駆動時)



軸上距離に対するビーム半値幅の変化
(実験値)



分割形コニカルトランスジューサと各振動子素子への重み付け(実線)



分割形コニカルトランスジューサから放射されるビームの音場分布
(パルス駆動時の計算値)

(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御使用下さい)

様式-10