Osaka University Knowledge Archive

Title	液中超音波用すだれ状トランスデューサとその計測技術への応用に関する研究
Author(s)	澤口, 明廣
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39402
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【 102 】

氏　　名	澤（さわ）　口（ぐち）　明（あき）　廣（ひろ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学 位 記 番 号	第　11690　号
学位授与年月日	平成7年2月21日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	液中超音波用すだれ状トランスデューサとその計測技術への応用に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 吉野 勝美 教 授 濱口 智尋　教 授 尾浦憲治郎　教 授 西原　浩 教 授 児玉 慎三　教 授 新原 晧一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は，液中超音波用すだれ状トランスデューサ（IDT）の動作特性とその計測技術への応用に関する研究成果をまとめたもので，6章から構成されている。

第1章では，液中超音波用トランスデューサと IDT に関するこれまでの研究について述べ，本研究の意義と目的を明らかにしている。

第2章では，液体との接触界面を有する圧電単結晶板，厚さ方向に分極軸を有する圧電磁器薄板及び高分子圧電フィルムでの漏洩ラム波あるいは漏洩 SH 波の伝搬特性と IDT の動作特性についての理論解析方法とその数値解析結果を示すと共に，実験による検証結果について説明している。

第3章では，まず，漏洩ラム波用 IDT を用いた液中超音波の速度，減衰の測定系を構成し，1つの IDT の使用で8つの異なる周波数帯での液体の音速測定を可能にしている。次に，漏洩レイリー波用 IDT に加える電気信号を周波数掃引して，入力信号と反射遅延信号の干渉出力の周期から液中超音波速度の測定ができることを確認している。更に，SH 波用 IDT を用いた液体の粘度測定においては，液体の電気的影響を除去する方策と粘度の測定感度向上などについて検討した結果を示している。

第4章では，液中超音波を被検体表面にレイリー角で入射させ，被検体の漏洩弾性表面波（LSAW）速度を測定する2つの方法について述べている。1つはパルス波を用いる方法であり，比較的簡単な構成にもかかわらず，液体カップラとしての水の温度の影響を受けず，高精度な測定が可能なこと，LSAW 速度の測定範囲が広いなどの特徴を有することを確認している。また，液体遅延線発振タイプの測定法は被検体表面の LSAW 速度のばらつきを発振周波数の変化として検出している。

第5章では，液中超音波用 IDT を用いた機械走査超音波撮像系の構成と撮像結果について述べている。4分割した円弧状 IDT による超音波の集束，多モード及び速度分散特性が生かされた撮像装置を実現している。次に，圧電磁器薄板上にアレー状に配置した櫛形電極指を用いて，リニア電子走査による撮像系の有効性を検討している。駆動電極指をフレネルゾーンプレートによる集束条件を満足するように選定することで，高分解能を保持しつつ撮像時間の短縮が

可能であることを明らかにしている。

第6章では，本研究を通じて得られた主要な成果を要約し結論としている。

論文審査の結果の要旨

超音波計測技術は極めて重要なものとなっているが，その素子の構造及び駆動法の検討により大幅な性能の向上と応用分野の拡大が期待されている。本論文は圧電薄板上のすだれ状トランスデューサを固体，液体界面で励振させて生ずる液中超音波の動特性の解明と，その新しい計測技術への応用を目的として行った研究をまとめたもので，得られた主要な成果を要約すると次の通りである。

(1) 液体と接触した圧電薄板上の漏洩ラム波あるいは漏洩 SH 波の伝搬特性とすだれ状トランスデューサ（IDT）の動作特性についての理論解析方法を確立し，その解析結果を実験によって検証している。具体的には波数と圧電板の厚さの積の関数の形で，電気的境界条件の差異に対応する板波伝搬速度とモード変換効率を求め，これをもとに固液界面における IDT の電気機械結合係数と実効変換効率の評価を可能にしている。この解析法により得られる結果は，IDT を計測技術の分野へ応用する際に設計の指針として有効であることを示している。

(2) 液中超音波の速度，減衰と粘性の測定に IDT が利用できることを明らかにしている。多モード動作の漏洩ラム波用 IDT を用いた可変路長型の液中超音波速度の測定系は，1つのトランスデューサの使用で8つの異なる周波数帯での液体の音速測定が可能であること，また，漏洩レイリー波用 IDT を用いた周波数掃引による固定路長型の測定系は，高精度な測定が可能であると共に高周波化に適している事を明らかにしている。

(3) SH 波用 IDT を用いた液体の粘度測定では，SH 波の伝搬速度と減衰の変化量が粘度の平方根と比例関係を満足することから被検体の粘度測定が可能なこと，基板の両面に液体を負荷することで測定感度の向上が図れることを確認している。

(4) 液中超音波を被検体表面にレイリー角で入射させ，被検体の漏洩弾性表面波（LSAW）速度を測定する2つの方法を提案している。1つは，被検体からの LSAW の再放射成分を異なる2つの IDT で受波し，その位相差から被検体の LSAW 速度を測定する方法である。本測定系は比較的簡単な構成にもかかわらず，温度の影響を受けず，高精度な測定が可能なこと，LSAW 速度の測定範囲が広いことなどの特徴を有していることを示している。他の1つは，レイリー波用 IDT を用いた液体遅延線発振器タイプの測定法である。この方法は被検体表面での LSAW 速度のばらつきを発振周波数の変化の形で検出するものであり，自動計測におけるデジタル回路との整合性に優れていることを明らかにしている。

(5) 漏洩ラム波用 IDT および層状構造漏洩表面波用 IDT を用いた機械走査撮像系の構成と撮像結果について述べている。4分割した円弧状 IDT の導入により斜角超音波ビームを用いて C モード像が得られること，多モードと速度分散特性の利用により焦点位置の深さ方向の制御が周波数の切り替えにより容易に可能なことを検証している。

(6) 圧電磁器薄板上のアレー状櫛形電極指群を用いたリニア電子走査による撮像系の有効性を検討している。この撮像系は駆動電極指をフレネルゾーンプレートによる集束条件を満足するように選定することで，平−凹音響レンズの線状焦点と直交する電子走査方向の超音波集束点を一致させ，高分解能を保持しつつ撮像時間の短縮が可能であることを明らかにしている。

以上のように，本論文は固体液体界面での液中超音波用すだれ状トランスデューサ（IDT）の動作特性を明らかにし，それを用いた新しい計測技術への応用を提案し，実証しており，電子工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。