

アクティブタイプ弾性表面波皮膚感覚ディスプレイによる 情報提示への応用に関する研究

Tactile Information Provision Using An Active Type Surface Acoustic Wave Tactile Display

高崎正也（理工学研究科・助手）

Masaya Takasaki (Graduate School of Science and Technology)

1. 緒言

弾性表面波皮膚感覚ディスプレイでは、つるつる感・ざらざら感といった感覚を再現することができ、異なる粗さを表現すること（任意に設定すること）も可能である^{[1][2]}。従来の弾性表面波振動子は圧電材料で構成されていたため形状・サイズに自由度がなかった。ガラスのような非圧電材料表面に強力な弾性表面波を励振することができれば、皮膚感覚ディスプレイのステータ振動子の設計において、形状・サイズに大きな自由度を持つことができ、従来よりの現実的かつ実用化可能な構成の皮膚感覚ディスプレイステータ振動子を提供することができる。また、ガラスをステータ振動子に用いた場合、透明である特性を利用して、視覚ディスプレイとの組み合わせも可能である。本研究では、ガラス基板表面に強力な弾性表面波を効率よく励振するための基礎的研究を行い、製作した振動子と液晶ディスプレイとの組み合わせを検討した。

2. 非圧電媒体への弾性表面波の励振・伝播

従来の弾性表面波皮膚感覚ディスプレイはLiNbO₃基板に直接電極を形成し弾性表面波の励振を行っているが、本研究では弾性表面波の励振のみを圧電材料で行い、その波を非圧電材料に間接的に伝播させることを提案する。この方法を間接励振（indirect excitation）と呼び、従来の方法を直接励振と呼ぶことにする。間接励振の構成をFig. 1に示す。非圧電材料には、安価で汎用性が高いソーダガラスを用いた。圧電材料にはLiNbO₃を使用した。ガラス基板上に正規型のくし形電極(interdigital transducer: IDT)を形成し、IDTの交差指部分の大きさに合わせてLiNbO₃をカットする。IDTの直行方向（表面波を励振させる方向）にLiNbO₃の結晶のX軸を合わせて接触させ、より強い結合を得るためにLiNbO₃の上方から予圧を与える。このように構

成された状態でIDTに電圧を印加するとLiNbO₃には電界が生じ、圧電作用により応力とひずみの分布が生じる。予圧が与えられているためガラス基板にもこの現象が伝わり、間接的に表面波が伝播されると考えられる。表面波の有無を確認するために、基板表面の振動振幅の測定を行った。振動振幅の測定にはレーザードップラ振動計を用い、IDTから10 mmの地点の基板深さ方向について測定した。予圧を26 N一定、入力電力25 Wとしたときのガラス基板表面の振動振幅の周波数応答をFig. 2に示す。また比較のために直接励振の振動分布も併せて示す。同図より間接励振は9.71 MHzのときに極大（振動振幅19 nm）を示す応答となり、同周波数での直接励振とほぼ同程度の振動振幅が得られている。皮膚感覚ディスプレイに適用する際には、

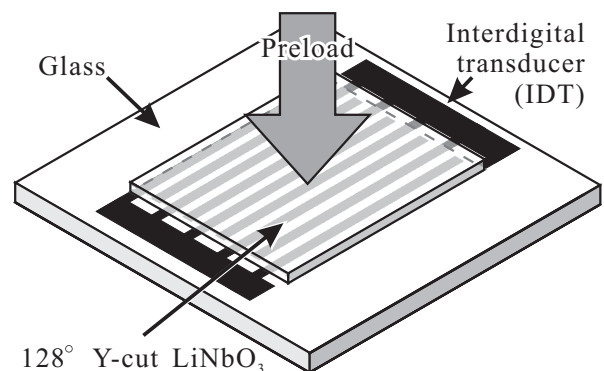


Fig. 1 Structure of an indirect excitation.

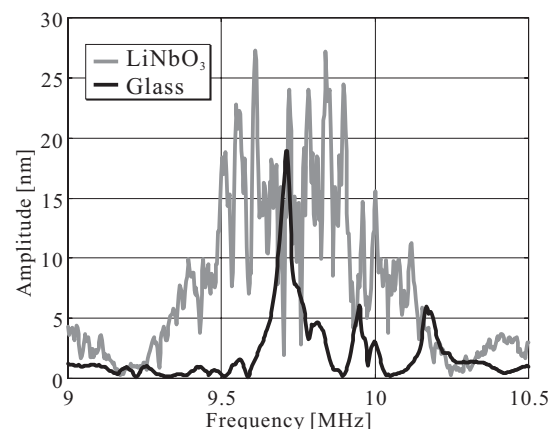


Fig. 2 Vibration characteristics.

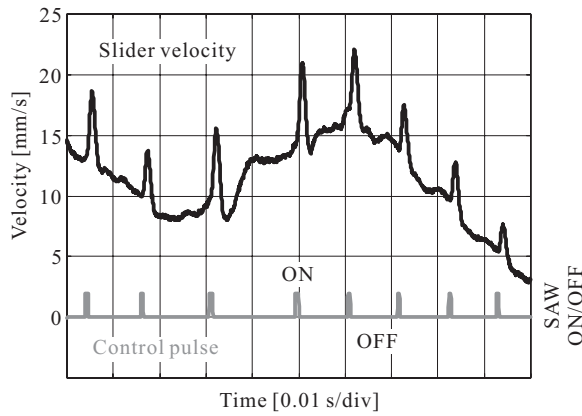


Fig. 3 Slider velocity under the control.

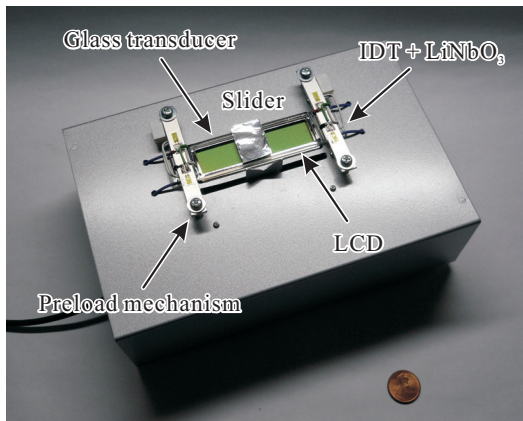


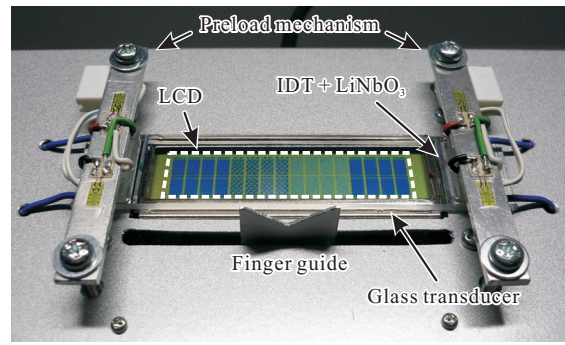
Fig. 4 Glass substrate SAW tactile display.

間接励振の極大をもつ周波数で駆動すればよい。

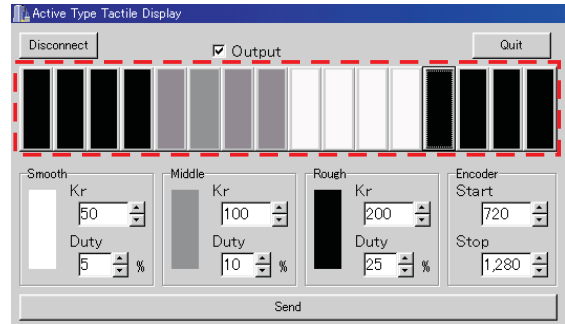
3. 皮膚感覚ディスプレイへの適用

間接励振をアクティブタイプ弾性表面波皮膚感覚ディスプレイに適用した。なぞり動作に応じて摩擦力の変化が生じるかを確認するために、制御時^{[2][3]}におけるスライダ速度の測定を行った。スライダ速度の計測結果を Fig. 3 に示す。弾性表面波の ON/OFF によってスライダの速度が変化しており、実際に皮膚感覚が提示されていることを体感できた。

弾性表面波の間接励振を適用したガラス基板振動子を利用してアクティブタイプ弾性表面波皮膚感覚ディスプレイを製作した。外観を Fig. 4 に示す。視覚情報を同時に提示するために、液晶ディスプレイをガラス基板背後に設置した。スライダにはアルミ箔を用いた。LiNbO₃ 基板への予圧は、アルミ製梁とバネによって与えられ、梁に貼り付けられている歪みゲージによってモニタされている。皮膚感覚ディスプレイのコントローラは液晶ディスプレイに表示される色に



(a) Detail of display with a LCD



(b) SAW tactile display application

Fig. 5 the glass substrate SAW tactile display.

連動している。Fig. 5 に示すように、ホストコンピュータによって表示される色と粗さ感覚の関連を設定することができる。同図の例では、黒い部分はより粗い面を、白い部分はなめらかな面を表現している。色に応じた粗さの違いを表現することができた。

4. 結言

非圧電媒体への弾性表面波の励振・伝播方法を提案した。提案した方法を検証するために、非圧電媒体を用いた振動子を製作し、振動振幅が得られることを確認した。皮膚感覚ディスプレイに適用し、なぞり動作に応じた摩擦力の変化が生じていることを確認した。液晶ディスプレイと組み合わせて、視覚と皮膚感覚による情報を同時に提示することを試みた。

参考文献

- [1] T. Nara, et al.: "Surface acoustic wave tactile display," IEEE Computer Graphics and Applications, Vol.21, No.6, pp.56-63 (2001).
- [2] 高崎正也ほか: 「アクティブタイプ弾性表面波皮膚感覚ディスプレイ」, 計測自動制御学会論文集, Vol.43, No.4, pp.327-333, 2006.
- [3] 小谷浩之ほか: 「アクティブタイプ弾性表面波皮膚感覚ディスプレイ」, 第 17 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム, pp.507-510 (2005).