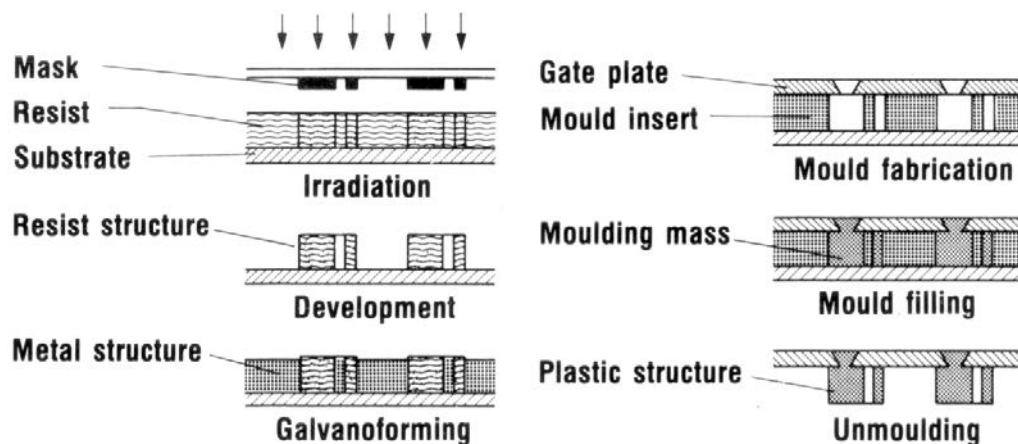


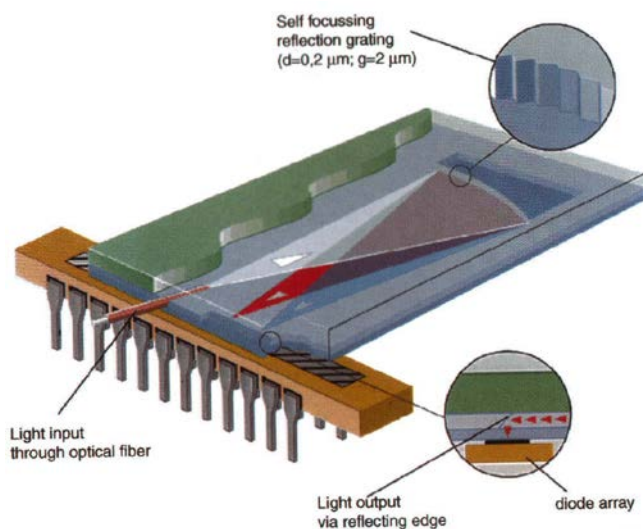
E1 LIGA プロセス



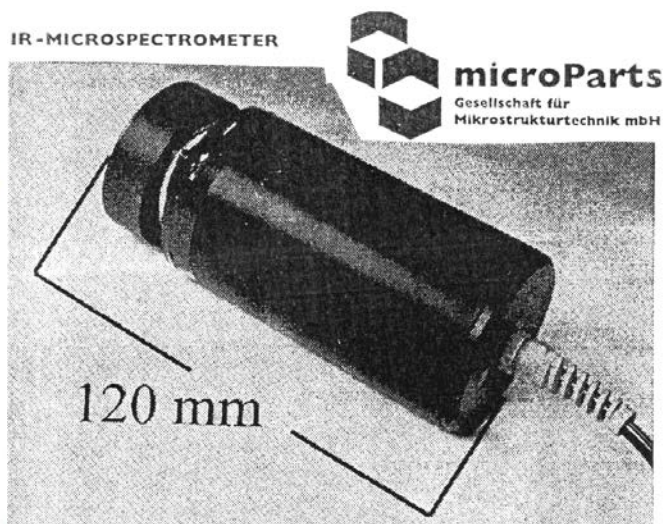
X線露光と電解めっき、樹脂成形による LIGA プロセス (独)



参考文献 : E.W.Becker, W.Ehrfeld, P.Hagmann, A.Maner and D.Munchmeyer, Fabrication of Microstructures with High Aspect Ratios and Great Structural Heights by Synchrotron Radiation Lithography, Galvanoforming, and Plastic Moulding (LIGA Process), Microelectronic Engineering, 4 (1986) pp.35-56



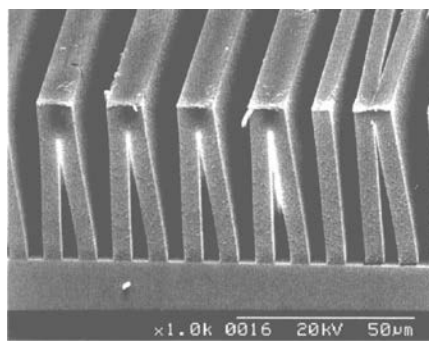
LIGA プロセスによるマイクロスペクトロメータ (Micro Parts 独)



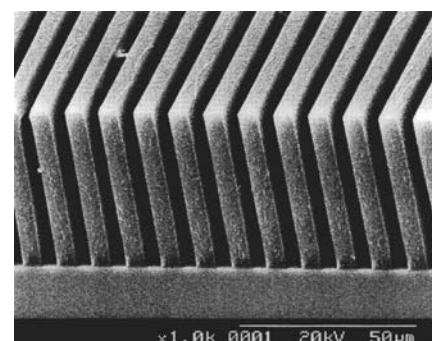
参考文献 : Microspectrometer Fabricated by the LIGA Process, Interdisciplinary Science Review, 18 (1993) pp.273-279



放射光施設 (SORTEC)



乾燥時の貼り付き

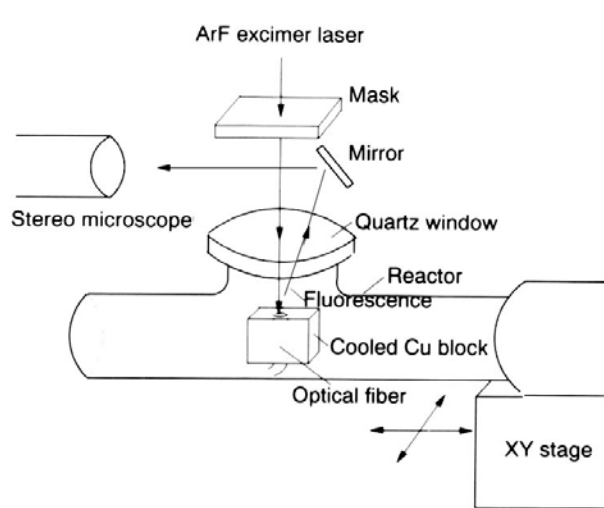


低表面張力液(フロリナート)による乾燥

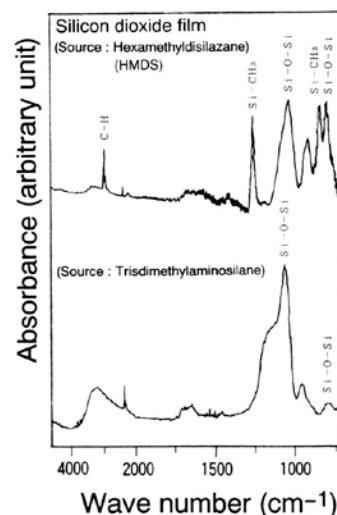
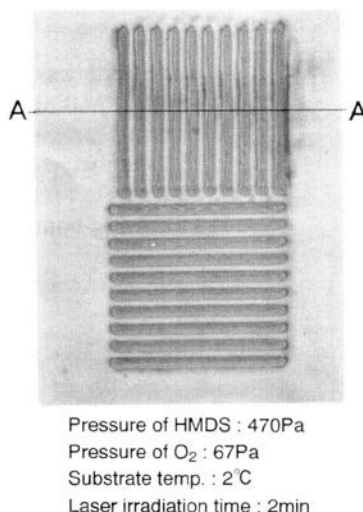
ネガレジスト(THB-N1 (JSR) Ltd.)を用いた LIGA プロセス (東北大学 - SORTEC)

参考文献 : S.Watanabe, M.Esashi and Y.Yamashita, Fabrication Methods for High Aspect Ratio Microstructures, J.of Intelligent Material Systems and Structures, 8 (1997) pp.173-176

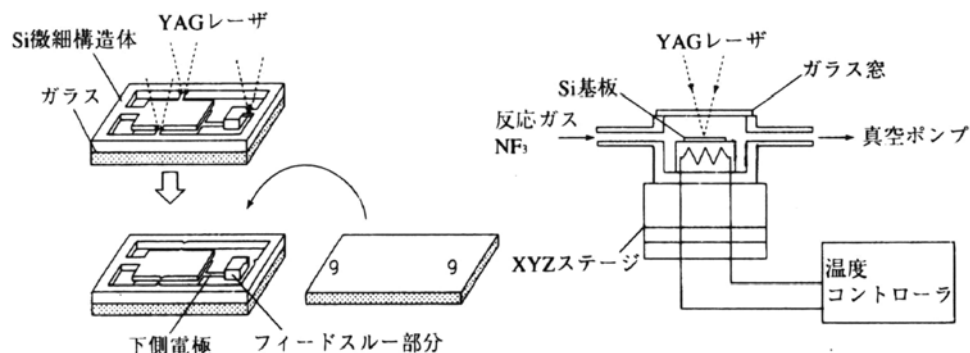
レーザプロセスとステルスダイシング



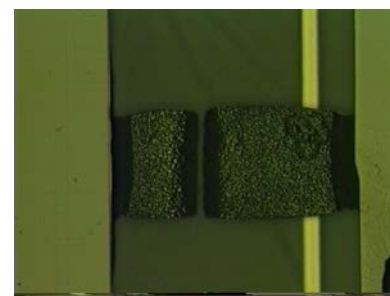
レーザプロジェクション CVD



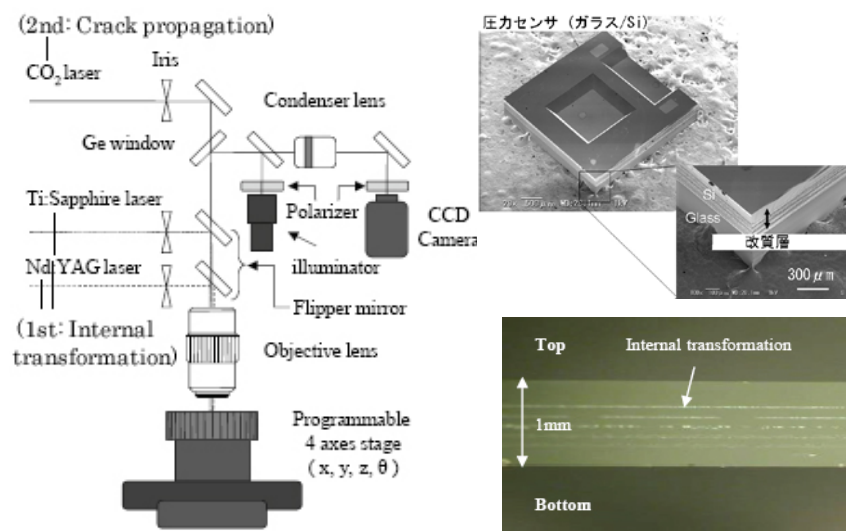
参考文献：K.Takashima, K.Minami, M.Esashi and J.Nishizawa, Laser Projection CVD Using the Low Temperature Condensation Method, Applied Surface Science, 79/80 (1994) pp.366-374



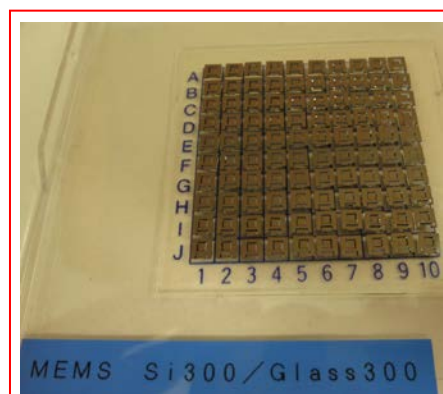
レーザ支援 Si エッチング



参考文献：K.Minami, Y.Wakabayashi, M.Yoshida, K.Watanabe and M.Esashi, YAG Laser-Assisted Etching of Silicon for Fabricating Sensors and Actuators, J. of Micromechanics and Microengineering, 3 (1993) pp.81-86

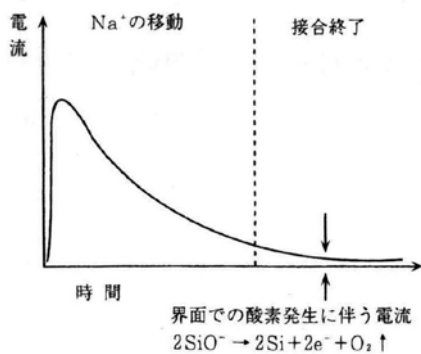
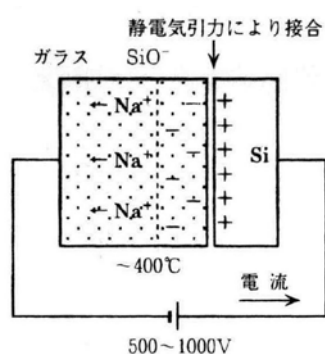


Si-ガラス構造のレーザ(ステルス)ダイシング (東北大 - レーザ総研)

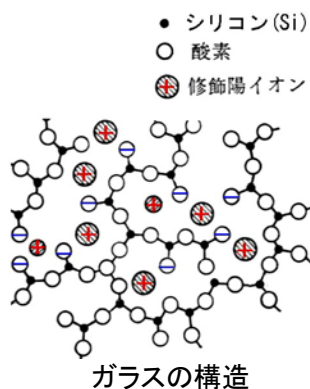


参考文献：M.Fujita, Y.Izawa, Y.Tsurumi, S.Tanaka, H.Fukushi, K.Sueda, Y.Nakata, M.Esashi and N.Miyanaga, Debris-free Low-stress High-speed Laser Assisted Dicing for Multi-layered MEMS, 電気学会論文誌E, 130-E (2010) pp.118-123

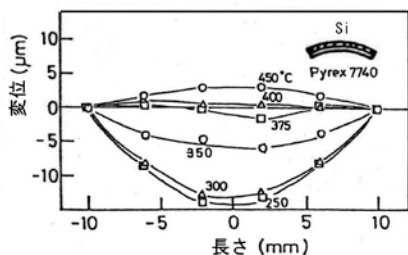
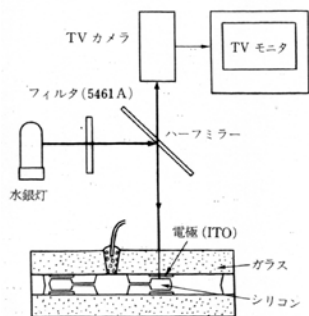
E3 陽極接合



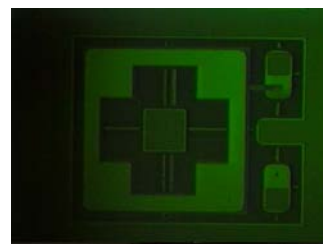
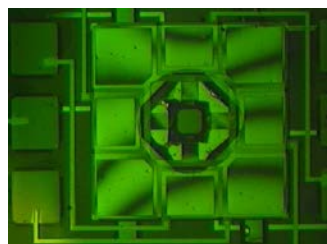
陽極接合の原理



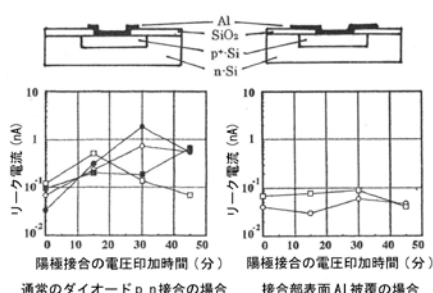
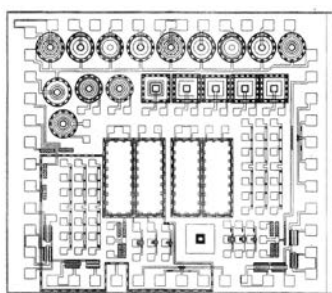
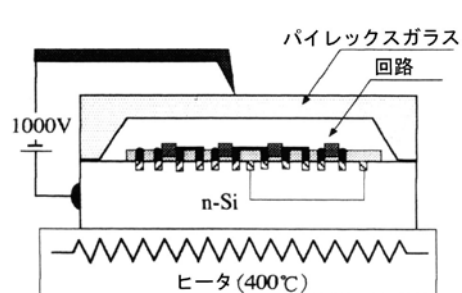
ガラスの構造



陽極接合後の歪

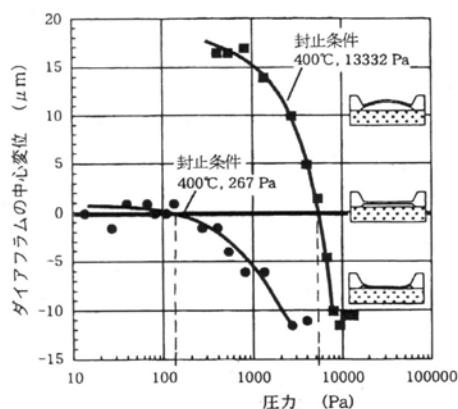
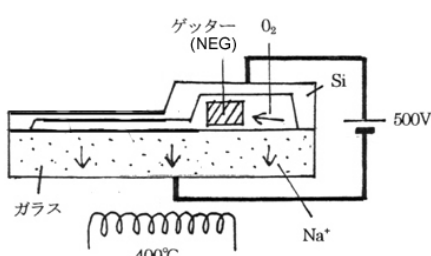
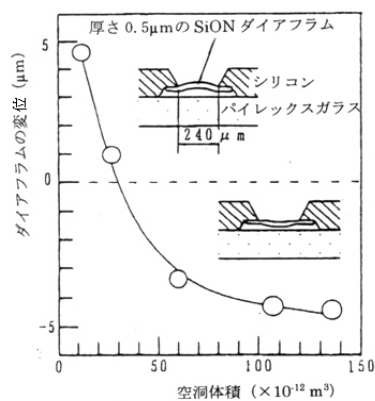


参考文献：庄司康則, 南和幸, 江刺正喜, 歪の少ない陽極接合, 電気学会論文誌 A, 115-A (1995) pp.1208-1213



陽極接合の CMOS 回路への影響

参考文献：白井稔人, 江刺正喜, 陽極接合による回路損傷, 電気学会センサ技術研究会, ST-92-7 (1992) pp.9-17

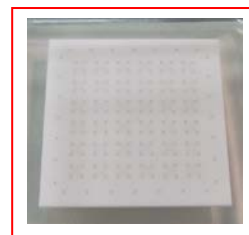
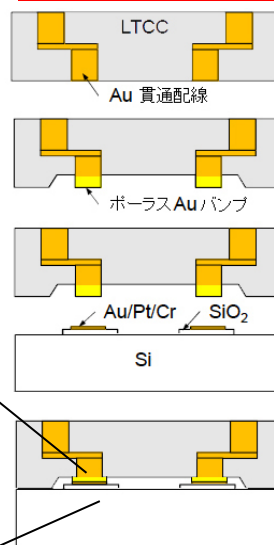
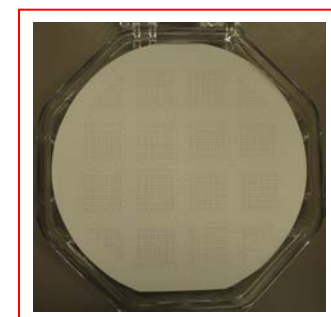
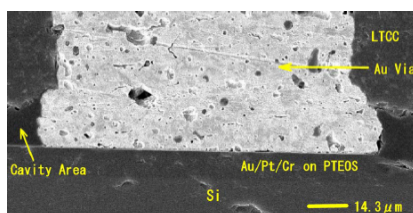
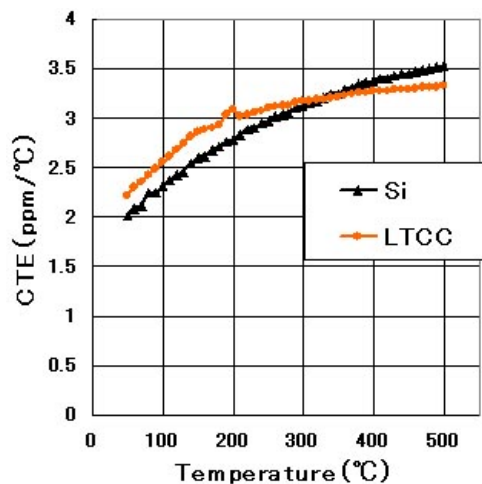
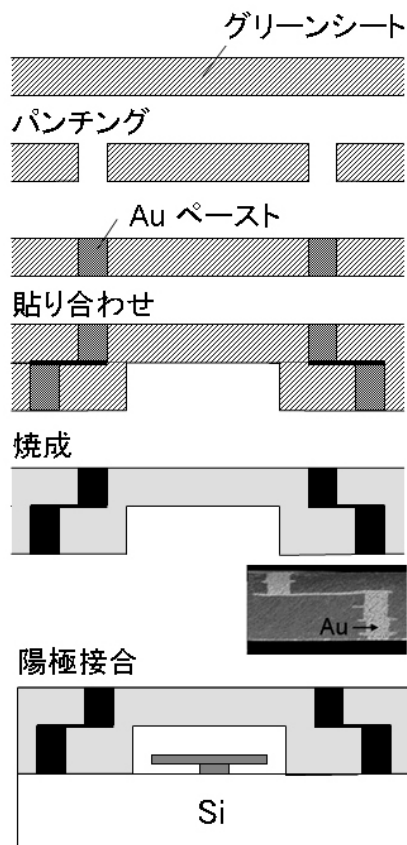


陽極接合による真空封止と圧制御封止(右)

参考文献：裏則岳, 中市克己, 南和幸, 江刺正喜, 陽極接合による真空封止, 第 11 回センサの基礎と応用シンポジウム講演概要集 (1992) p.63

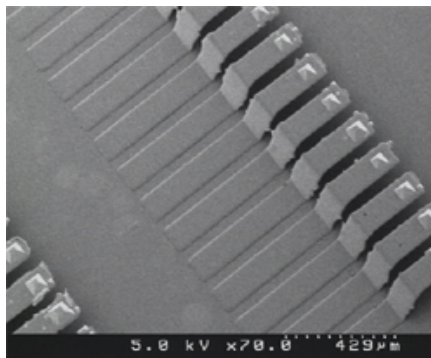
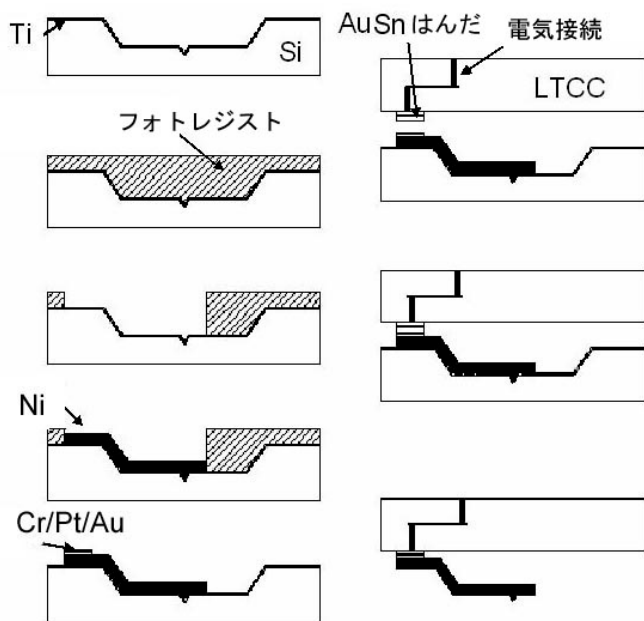
江刺 正喜, マイクロセンサの真空パッケージング技術, 電気学会部門誌, 120-E (2000) pp.310-314

E4 陽極接合できる LTCC 貫通配線基板 (ニッコー)



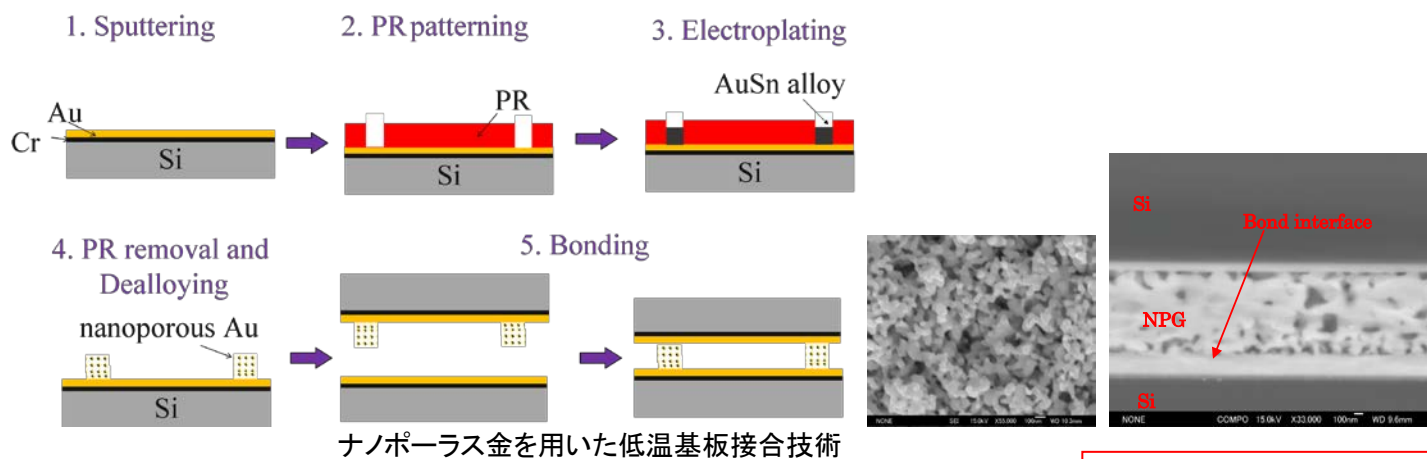
陽極接合できる LTCC(低温焼成セラミックス)貫通配線基板とポーラス Au による電気接続 (ニッコー - 東北大)

参考文献 : M.Mohri, A.Okada, H.Fukushi, M.Esashi and S.Tanaka, Packaging Technology for Hermetic Sealing with Electrical Connection Using Anodically-Bondable LTCC Substrate with Etched Cavities, The 28th Sensor Symposium on Sensors, Micromachines and Applied Systems (2011) p.62

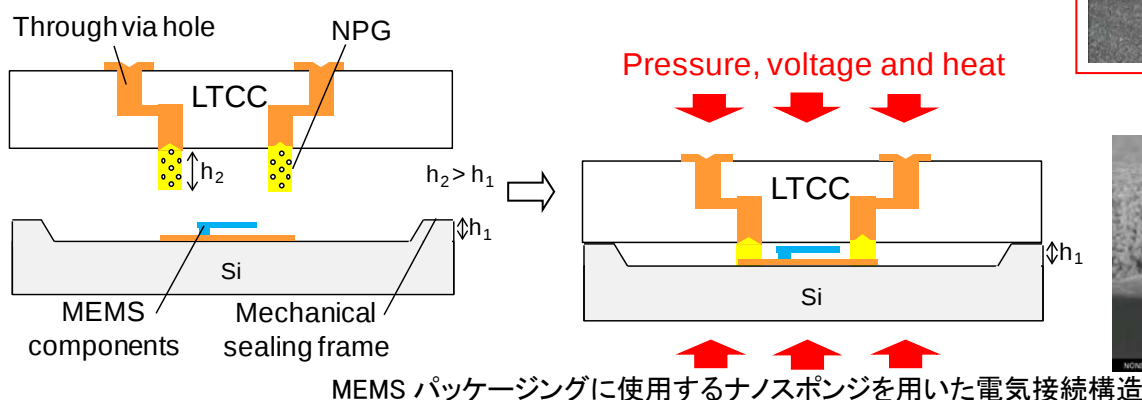


LTCC 基板を用いたウェハレベルバーンイン用プローブカード

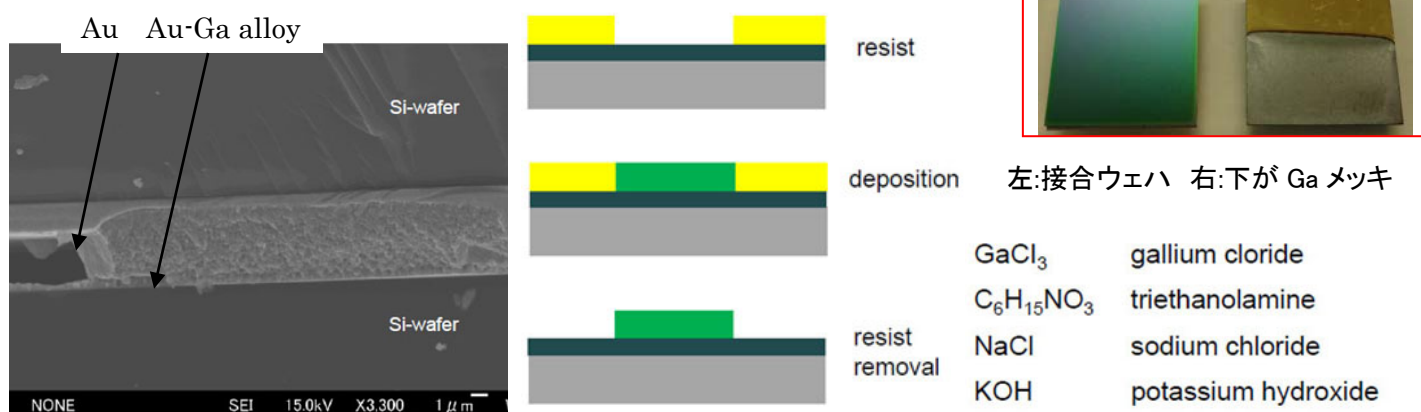
参考文献 : S.-H.Choe, S.Tanaka and M.Esashi, A Matched Expansion MEMS Probe Card with Low CTE LTCC Substrate, IEEE International Test Conference 2007 (2007) Paper 20.2



参考文献 : W. -S. Wang, Y. -C. Lin, L. Y. Chen, M. W. Chen, T. Gessner and M. Esashi, Demonstration of Substrate Bonding utilizing Au Film and Nanoporous Gold Structures, Proceedings of the International Conference on Wafer Bond ' 11, Dec. 7-8 (2011)



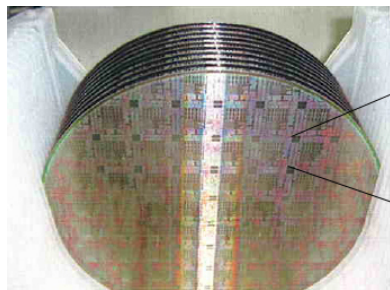
参考文献 : Y. -C. Lin, W. -S. Wang, L. Y. Chen, M. W. Chen, T. Gessner and M. Esashi, Anodically-bondable LTCC substrates with Novel nano-structured electrical Interconnection for mems packaging, Proceedings of the international conference on solid-state sensors and actuators (Transducers ' 11), June 5-9 (2011) pp. 2351-2354



Ga を用いた室温 SLID (Solid-Liquid Inter-Diffusion bonding) (左:接合断面、右 Ga めっき)

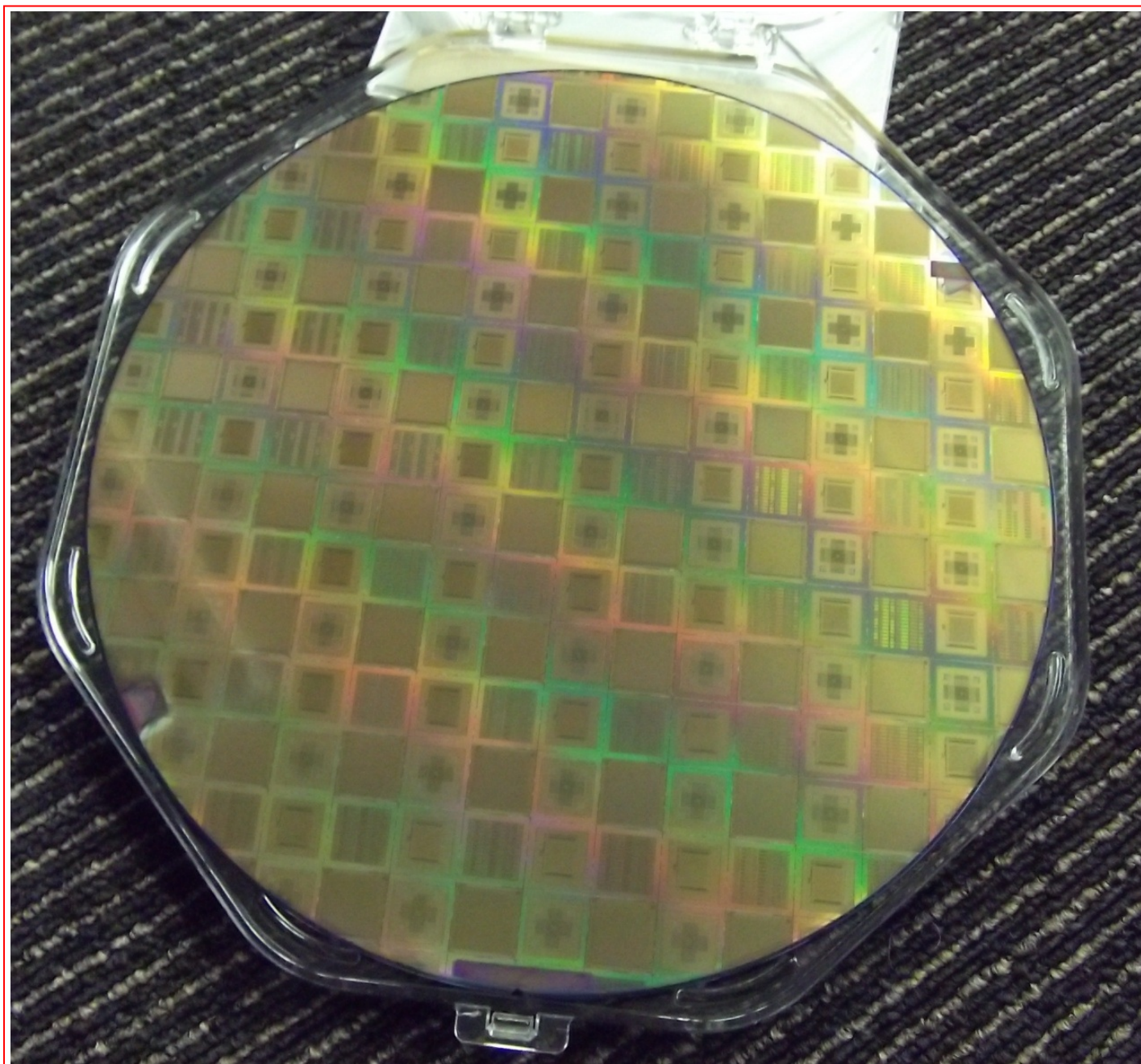
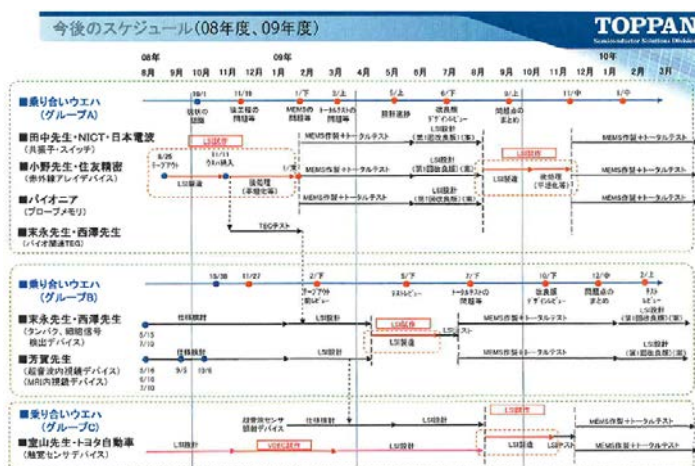
参考文献 : J.Frömel, Y.-C.Lin, M.Wierner, T.Gessner and M.Esashi, Low Temperature Metal Interdiffusion Bonding for Micro Devices, 2012 3rd IEEE International Workshop on Low Temperature Bonding for 3D Integration (LTB-3D), Tokyo (2012, 22-23 May) 163)

乗り合い CMOS LSI ウェハ (先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラム)

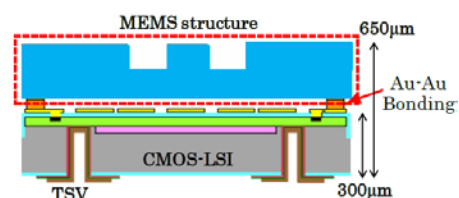
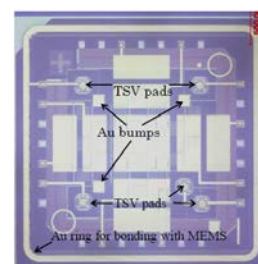
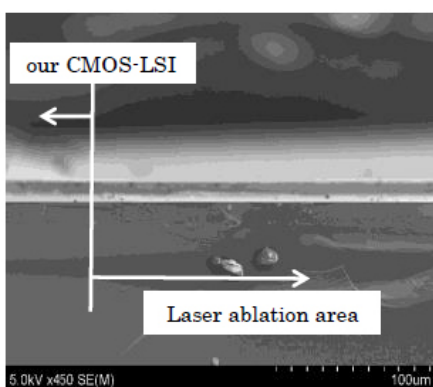
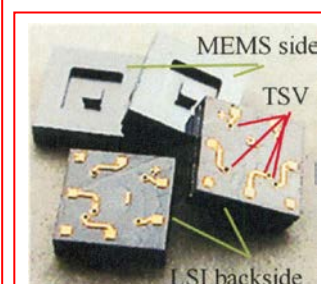
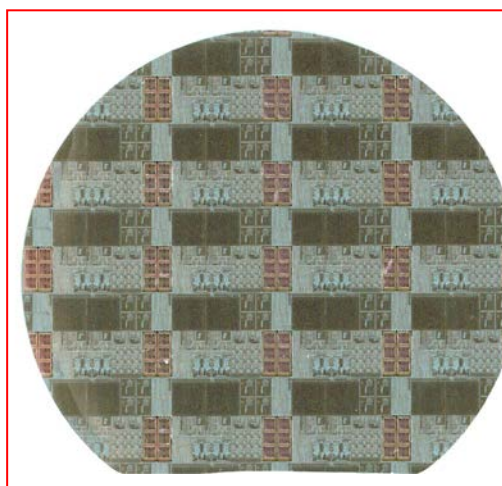
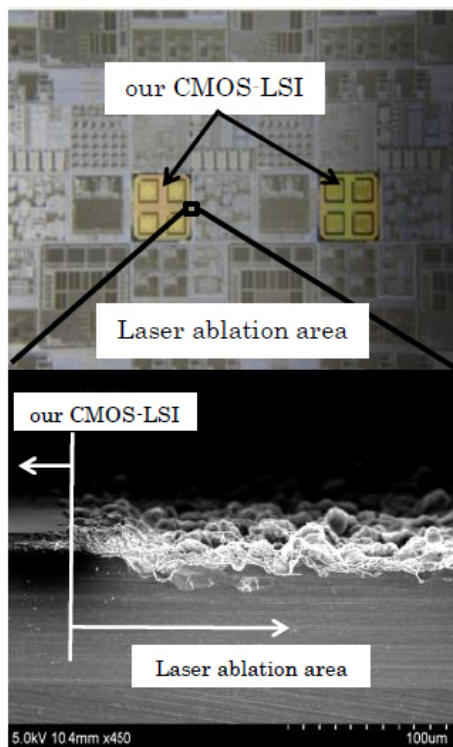


A社	B社
Cプロジェクト	Dプロジェクト

乗り合い CMOS ウェハ

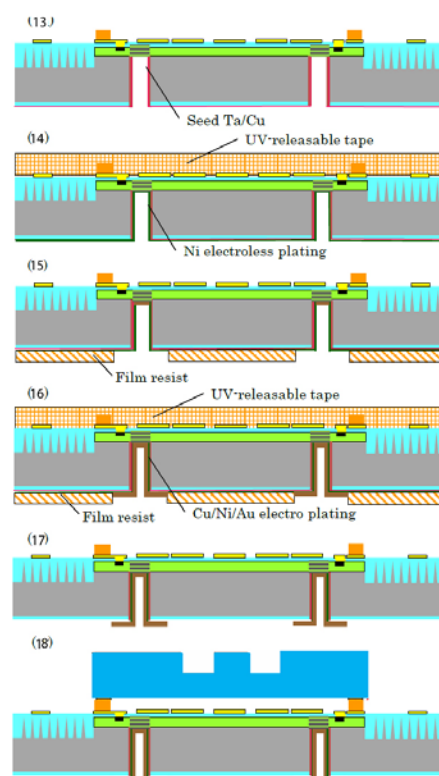
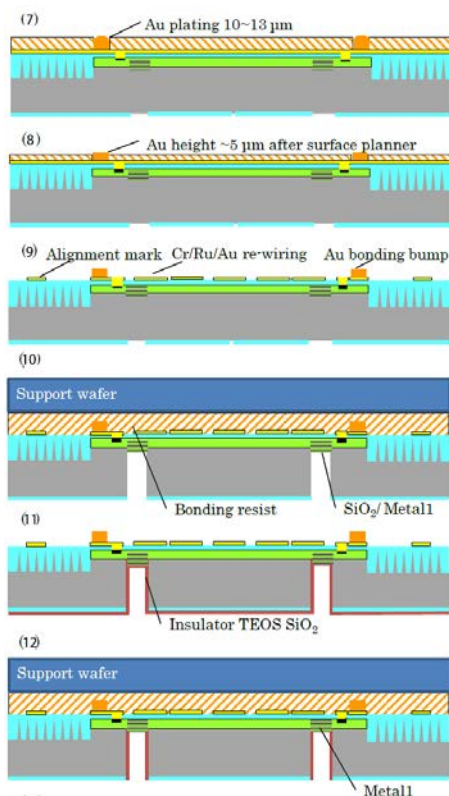
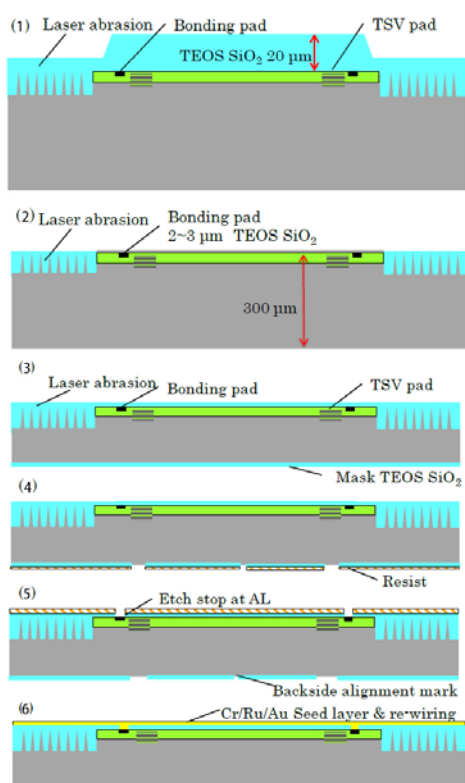


E7 レーザ消去ウェハプロセス



不特定のユーザと共用するため他のチップをレーザ消去したマルチプロジェクト CMOSLSI ウェハへの MEMS と TSV を形成

触覚センサネットワークチップへの応用

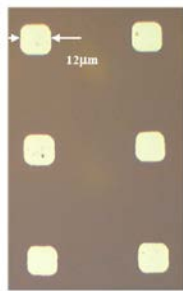
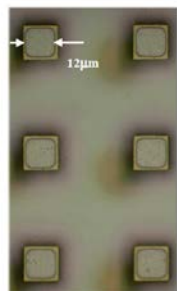
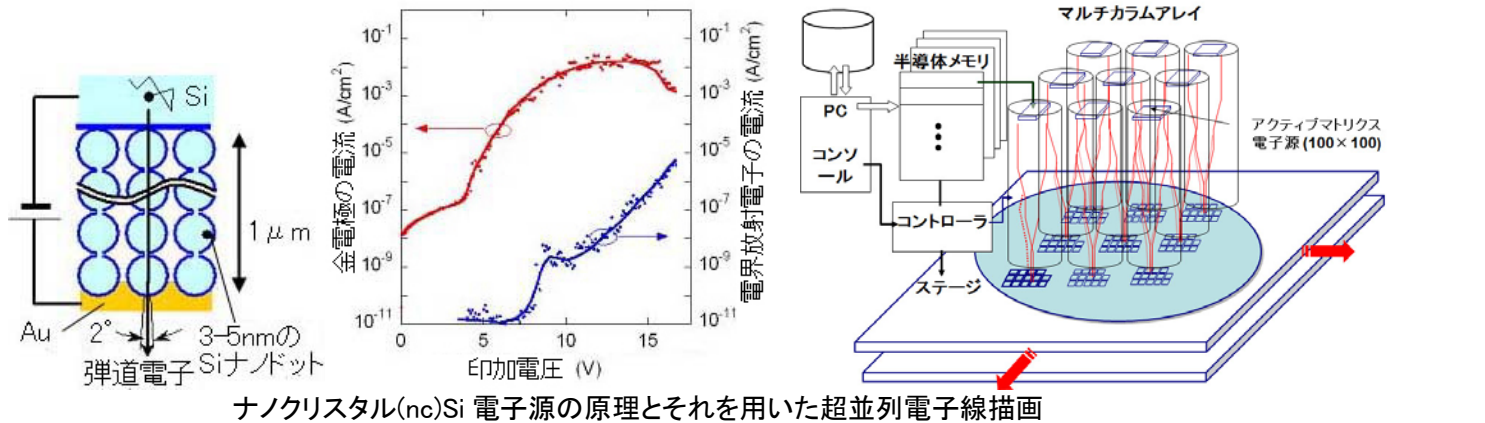


製作工程

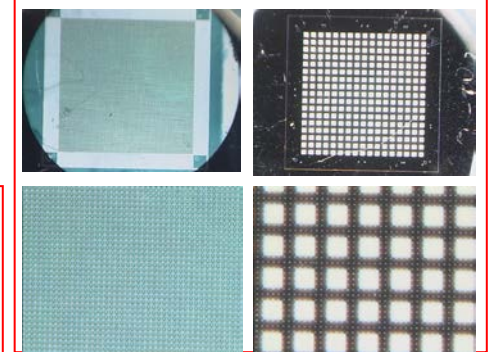
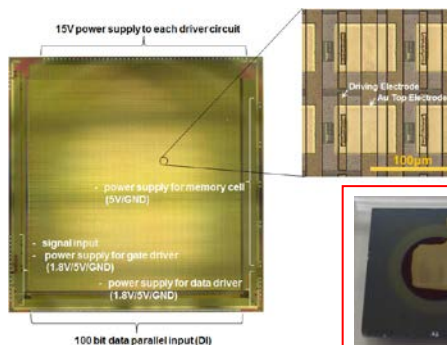
(鈴木裕輝夫、田中秀治 他、表面実装型集積化 MEMS のためのレーザ消去 CMOS-LSI マルチプロジェクトウェハへの深い TSV の作製、Sensor Symp. 2016, 24pm2-B-6)

超並列電子ビーム描画装置 (MPEBW)

(最先端研究開発支援プログラム (FIRST))



レジスト: ZEP520 (t60nm)
ドーズ: 30.0 μC/cm²



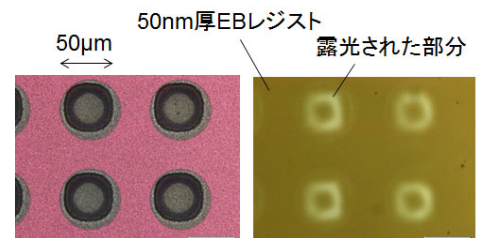
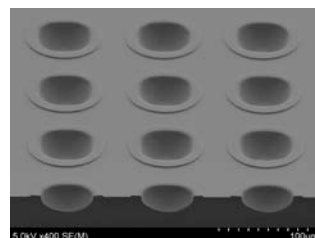
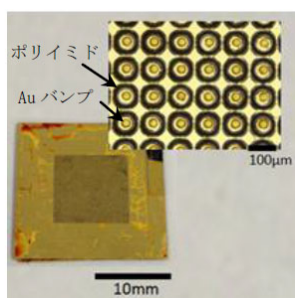
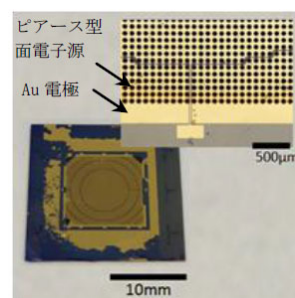
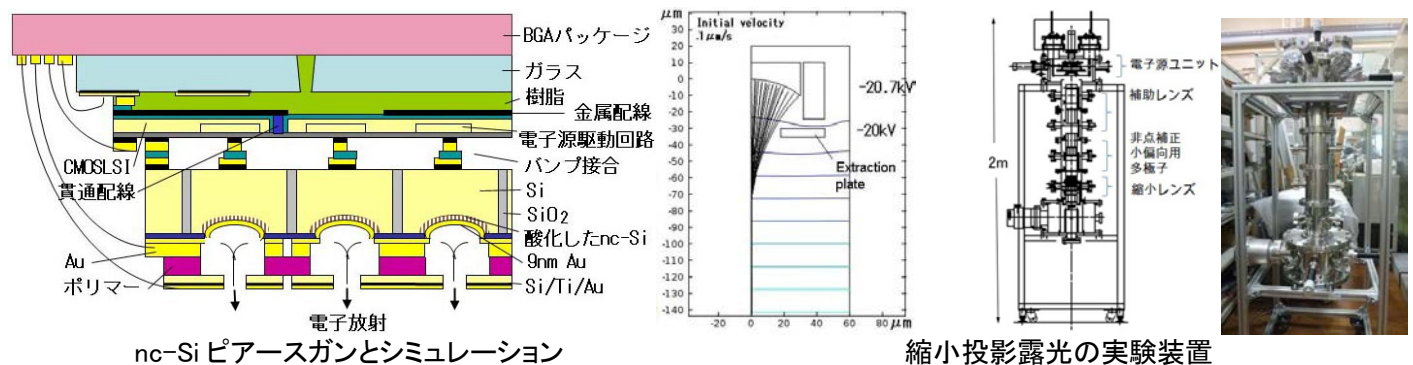
貫通配線付 nc-Si 平面型エミッタ
電子源とそれによる露光実験結果

アクティブマトリックス電子源
駆動用 CMOSLSI

Nc-Si 電子源

電子源アレイ(左:表、右:裏)
(上:全体、下:拡大)

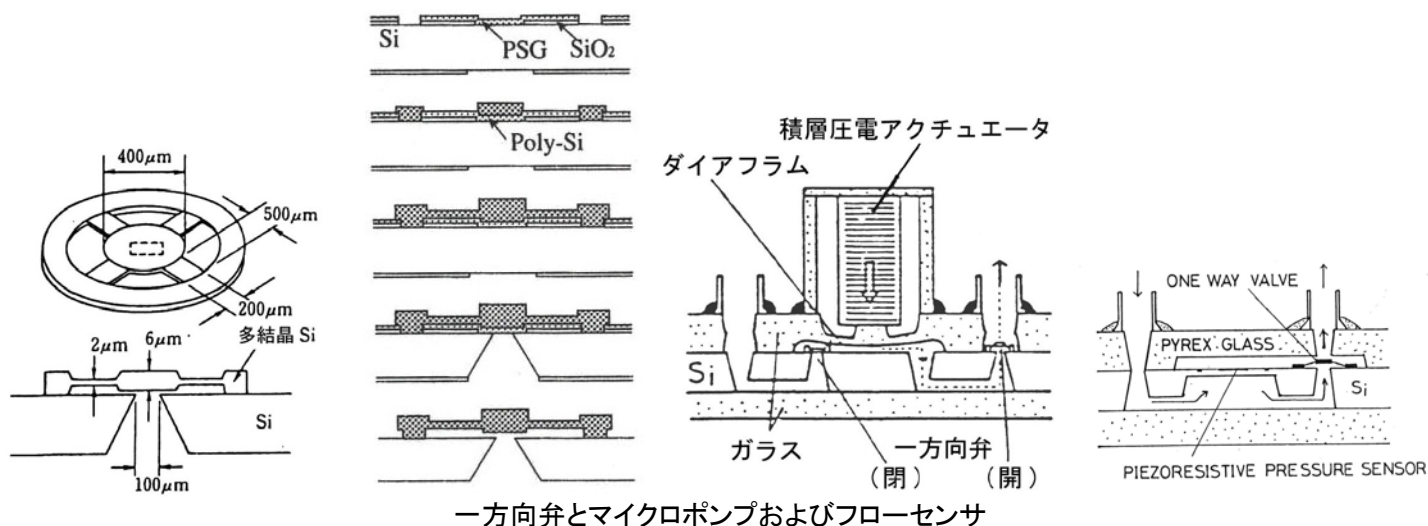
N.Ikegami, T.Yoshida, A.Kojima, H.Ohyi, N.Koshida and M.Esashi., Active-Matrix nc-Si Electron Emitter Array for Massively Parallel Direct-Write Electron-Beam System, J. Micro/Nanolith. MEMS MOEMS 11, 3 (2012) 031406



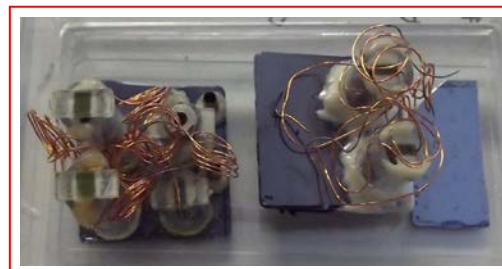
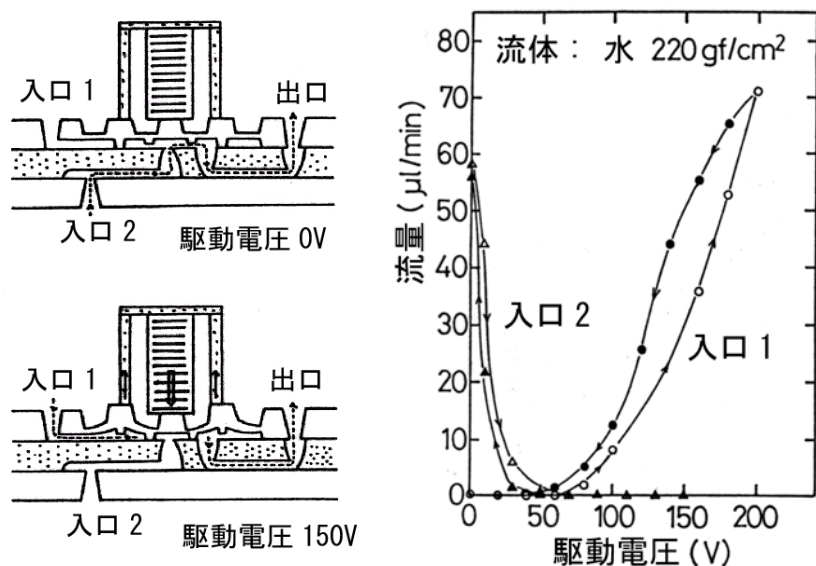
nc-Si ピアースガンの電子源側(左)とバンプ側(右) nc-Si ピアースガンの電子源 nc-Si ピアースガンを用いた露光実験

西野仁, 吉田慎哉, 田中秀治, 江刺正喜, 小島明, 池上尚克, 越田信義, 超並列電子線描画のための LSI 集積化 ピアース型面電子源アレイの作製法の基礎検討、平成 25 年電気学会全国大会, (2013/3/20 名古屋) 3-127

E9 液体用マイクロポンプとマイクロバルブ・化学分析システム

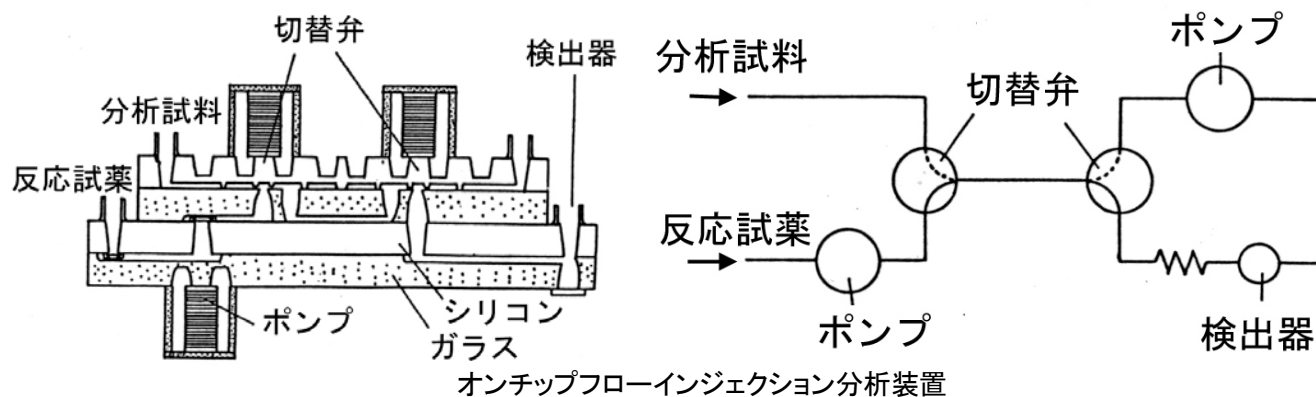


参考文献：庄子習一，江刺正喜，集積化化学分析システム用マイクロポンプの試作，電子情報通信学会論文誌 C, J71-C (1988) pp.1705-1711



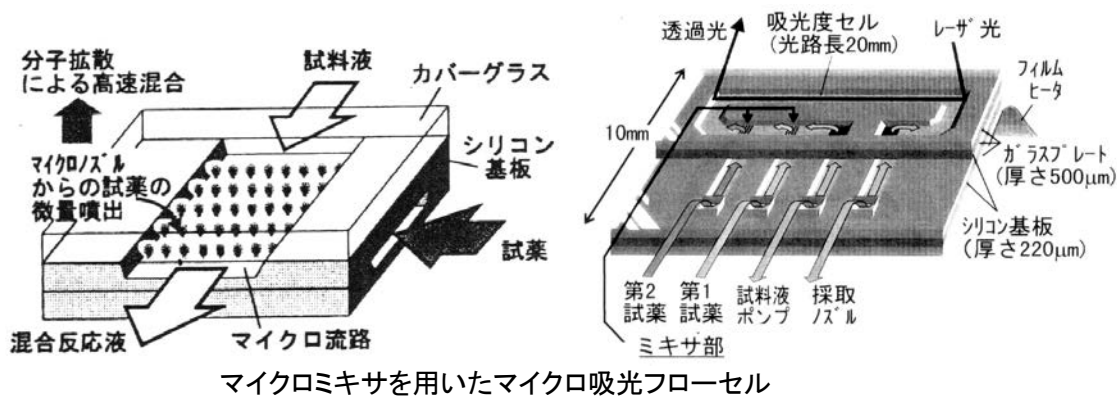
フローインジェクション分析装置 マイクロポンプ

参考文献：S.Shoji, S.Nakagawa and M.Esashi, Micropump and Sample-injector for Integrated Chemical Analyzing Systems, Sensors and Actuators, A21-A23 (1990) pp.189-192

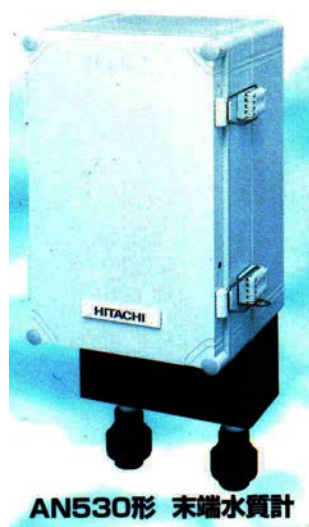


参考文献：S.Nakagawa, S.Shoji and M.Esashi, A Micro Chemical Analyzing System Integrated on a Silicon Wafer, Proc. of the Micro Electro Mechanical Systems'90 (1990) pp.89-94

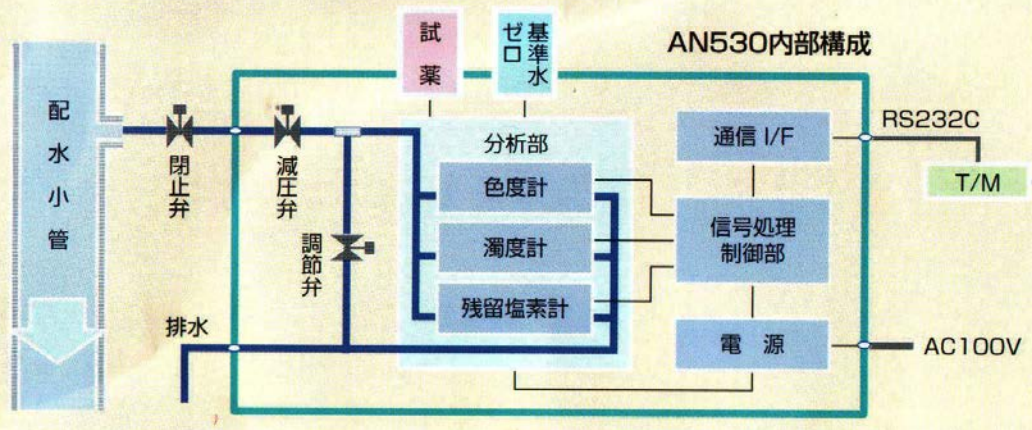
マイクロミキサと粒子分析 (日立)



参考文献：三宅亮, 都築浩一, 高木武夫, 今井一成, 集積化マイクロ吸光度セルによる小形高感度フロー式分析装置, 電気学会論文誌 E, 117 (1997) pp.147-154

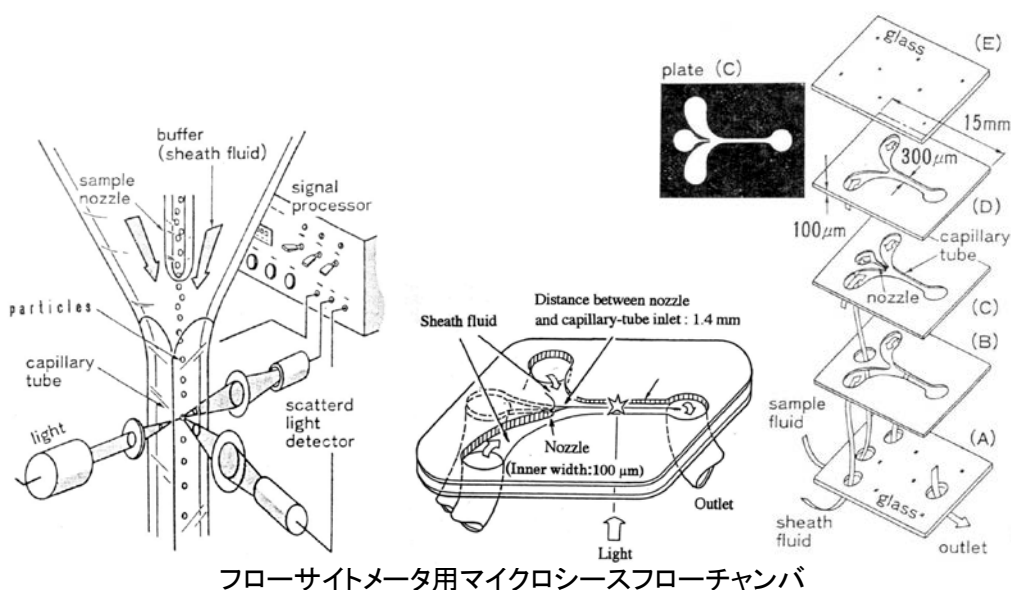


AN530型多項目水質計システム構成例



水質計

参考文献：三宅亮, 榎英雄, 森貞雄, 石原民雄, マイクロファブリケーション技術を用いた水質計, 電気学会研究会, CHS-00-7 (2000) pp.33-37

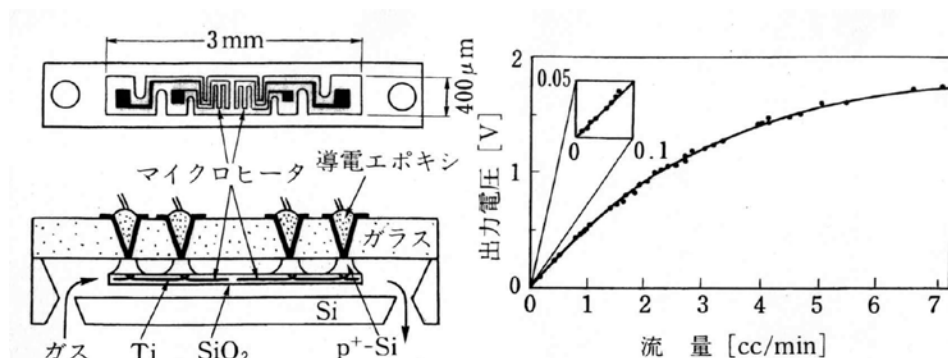


フローサイトメータ用マイクロシースフローチャンバ

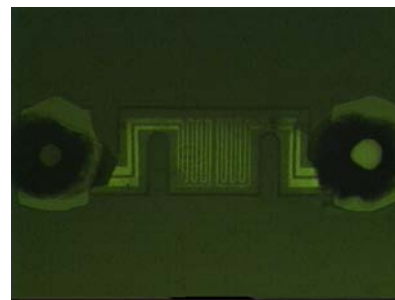


参考文献：R.Miyake, H.Ohki and I.Yamazaki, A Development of Micro Sheath Flow Chamber, Proc. of IEEE MEMS' 91 (1991) pp.265-270

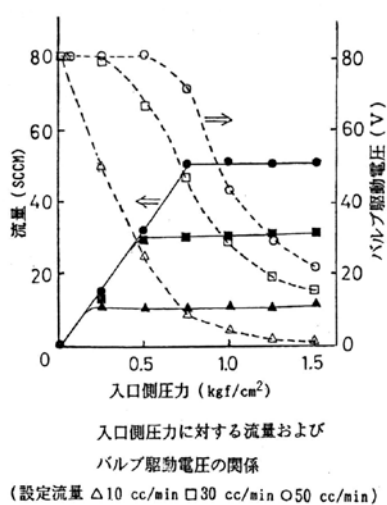
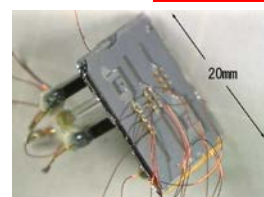
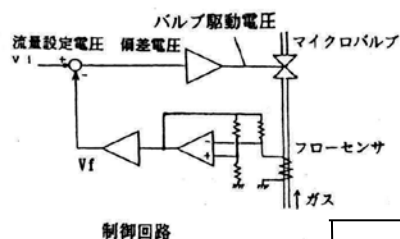
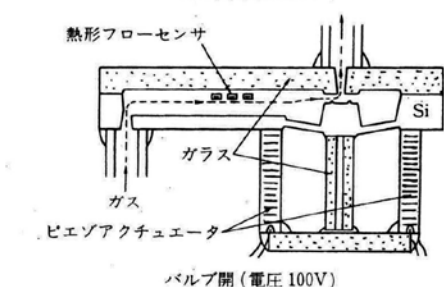
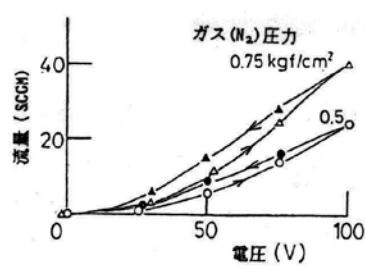
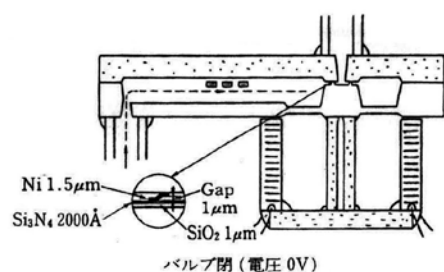
気体用フローセンサ・マスフローコントローラ



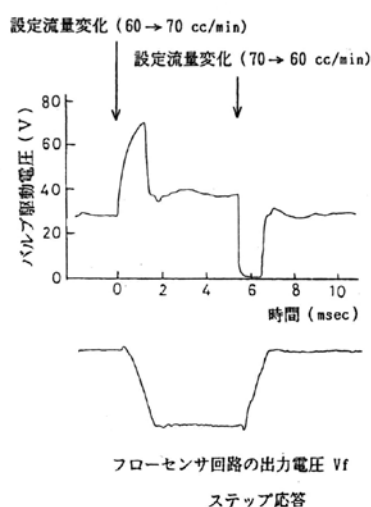
サーマルマスフローセンサ



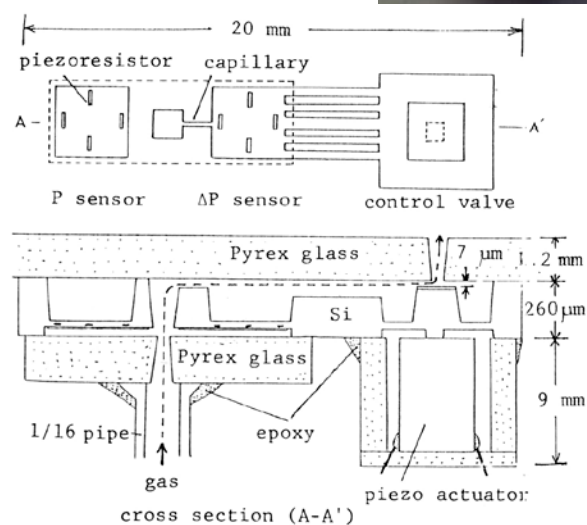
参考文献：江刺正喜, 川合浩史, 吉見健一, 差動出力型マイクロフローセンサ, 電子情報通信学会論文誌 C-II, J75-C-II (1992) pp.738-742



サーマルマスフローセンサ + マイクロバルブ



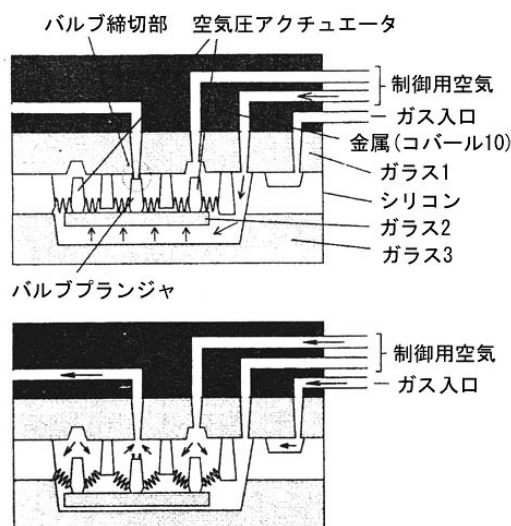
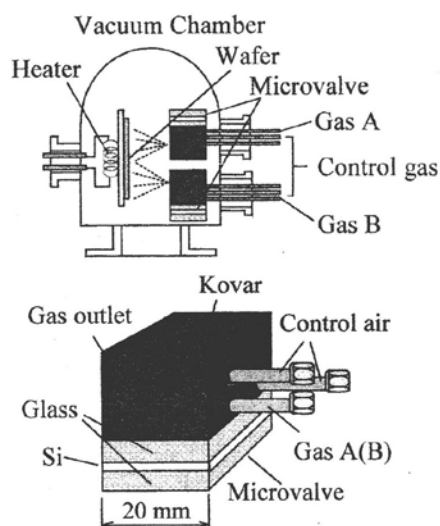
集積化マスフローコントローラ



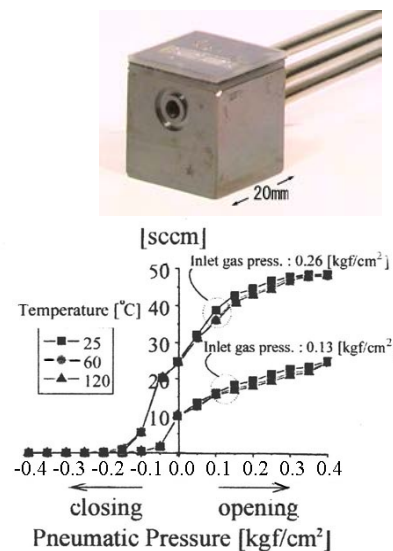
差圧式マスフローセンサ + マイクロバルブ

参考文献：M.Esashi, S.Eoh, T.Matsuo and S.Choi, The Fabrication of Integrated Mass Flow Controller, Digest of Technical Papers, The 4th Int.Conf.on Solid State Sensors and Actuators (1987) pp.830-833

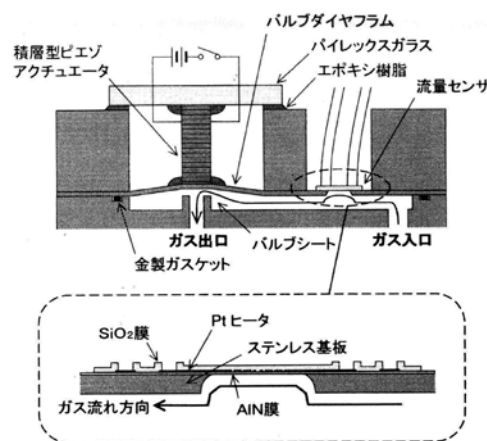
E12 バークブルマイクロバルブ、耐蝕マスフローコントローラ



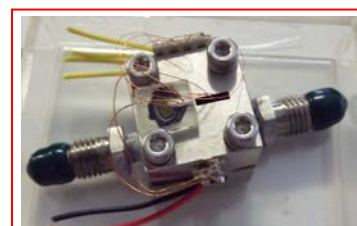
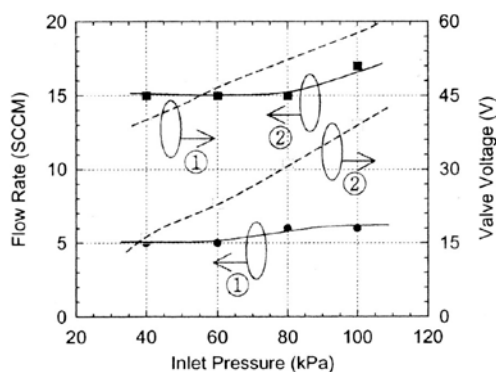
バークブルマイクロバルブ



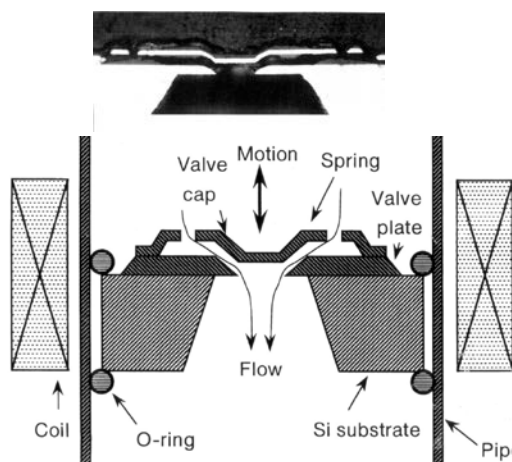
参考文献 : D.Y.Sim, T.Kurabayashi and M.Esashi, A Bakable Microvalve with a Kovar-Glass-Silicon-Glass Structure, J. of Micromechanics and Microengineering, 6 (1996) pp.266-271



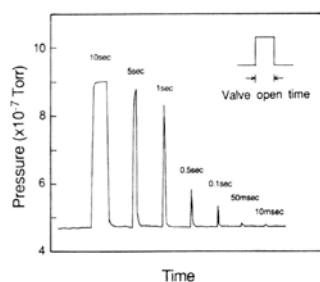
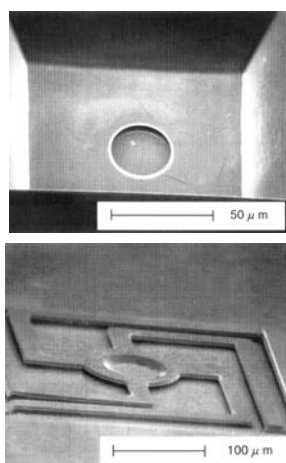
耐蝕性マスフローコントローラ



参考文献 : K.Hirata, D.Y.Sim and M.Esashi, Stainless Steel-Based Integrated Mass-Flow Controller for Reactive and Corrosive Gases, Tech. Digest of the Transducers' 01 (2001) pp.962-965

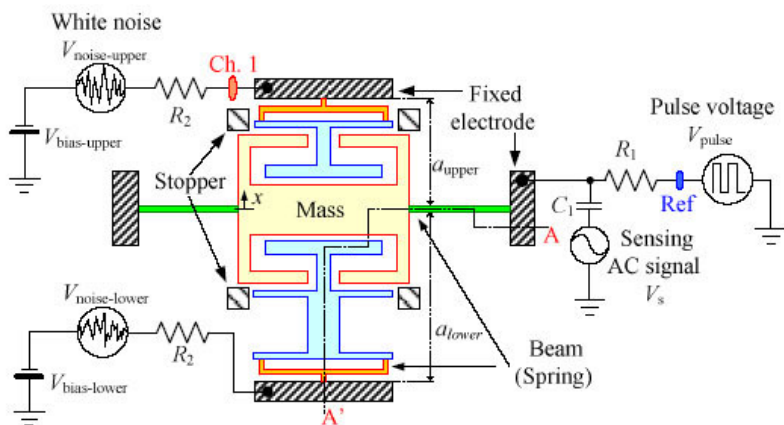


電磁駆動マイクロバルブ (NTT)

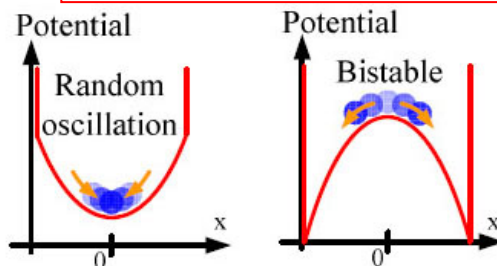
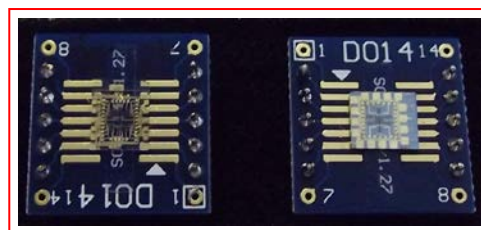
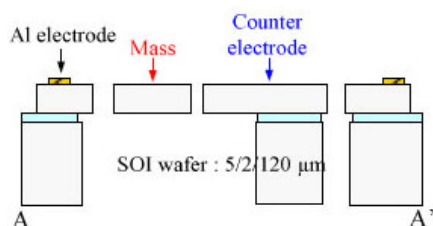


参考文献 : K.Yanagisawa, H.Kuwano and A.Tago, An Electromagnetically Driven Microvalve, Digest of Technical Papers, Transducers' 93 (1993) pp.102-105

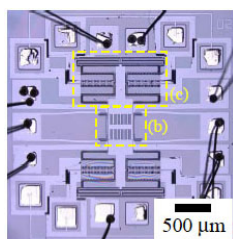
耐環境センシング



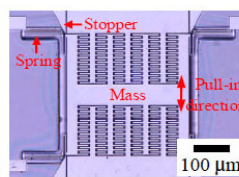
(a) Planar structure

(a) V_{pulse} is zero or low. (b) V_{pulse} is high.

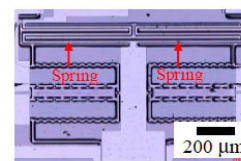
(b) Cross-sectional structure



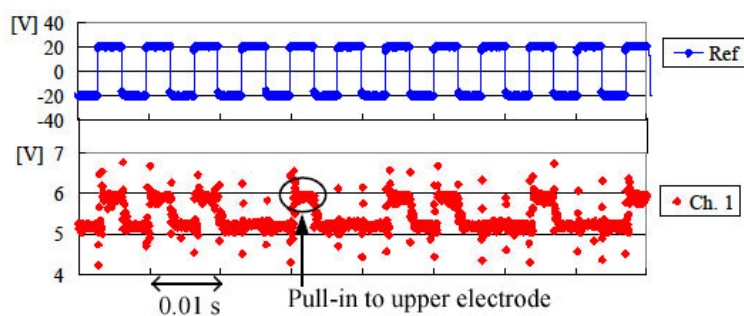
(a) Overall top view



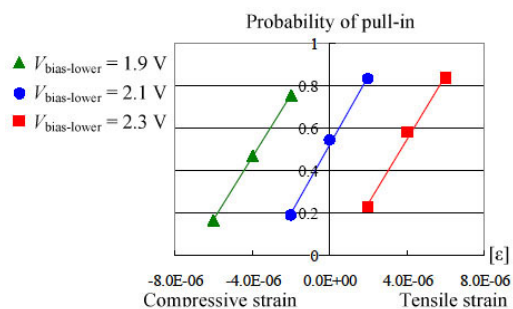
(b) Magnified view of the mass



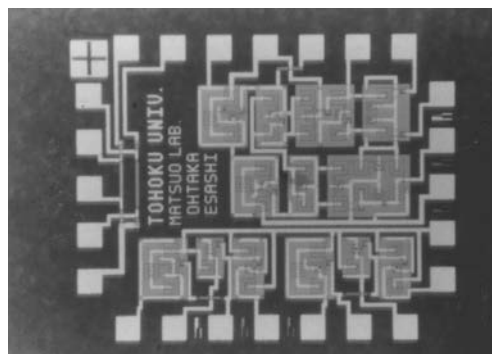
(c) Magnified view of springs supporting counter electrode



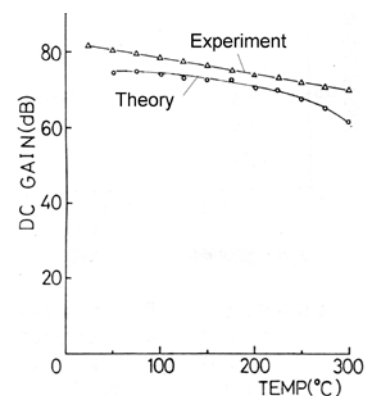
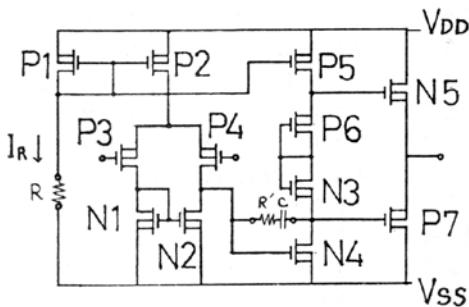
確率型センサ



参考文献 : Y.Hatakeyama, M.Esashi and S.Tanaka, Stochastic Gravity Sensor with Robust Output Using White-Noise-Applied Vi-Stable State for Low S/N Environments, Tech. Digest IEEE MEMS 2012 (2012) pp.132-135



SOS (Silicon On Sapphire) CMOS による高温用オペアンプ



参考文献 : 江刺正喜, 大高章二, 松尾正之, 高温用集積回路と高温用圧力センサの試作, 電子通信学会半導体トランジスタ研究会, SSD86-57 (1986) pp.67-74



