

ヒトの遺伝情報をもつ DNA の塩基配列の個人差を表す、SNP (一塩基多型) の検出によって、個々人に適したオーダーメイド医療を実現することができると期待されている。2010 年 12 月、ベルギー IMEC とパナソニック (株) を中心とする研究グループは、米国で開催の電子デバイス国際会議 (IEDM2010) において、SNP を検出する超小型センサチップを発表した。研究グループは、ウェハー上に SNP 検出のための機能部品を集積したシステムを提案し、微細加工技術を適用した検体導入用のマイクロポンプ、DNA を高精度で分離できるフィルターおよび検出用微細電極を作製した。このシステムが実現すると、極少量の検体で SNP が高速検出でき、装置の省スペース化により医療現場へ普及することが期待できる。

トピックス 4 遺伝情報の個人差を検出する超小型センサチップ

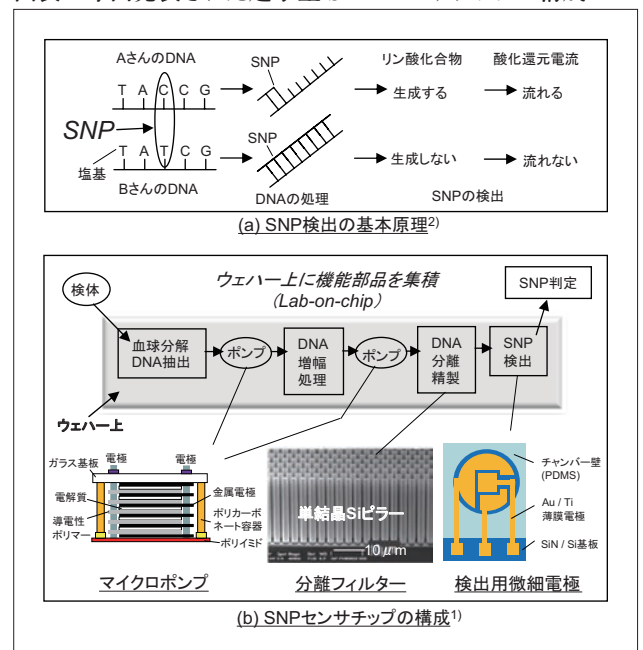
ヒトの遺伝情報をもつ DNA の塩基配列には、個人によって一塩基対のみ異なる箇所があることが知られており、これが、SNP (Single Nucleotide Polymorphism: 一塩基多型) と呼ばれている。SNP は、病気のかかり易さや薬効の個人差に関係することが明らかになってきている。個人の SNP を検出することで、個々人に適した予防医療や治療、すなわちオーダーメイド医療が可能となると期待されている。これまでの SNP 検査装置は、大型で解析に長時間を要するため、専門機関での解析が必要であることから、医療現場へ本格普及していない。

ベルギー IMEC とパナソニック (株) を中心とする研究グループは、2010 年 12 月に米国で開催の電子デバイス国際会議 (IEDM2010) において、SNP を検出できる超小型センサチップを発表した。SNP 検査装置には、検体の導入・処理・分離および SNP 検出の一連の機能部品が必要である。研究グループでは、これらをウェハー上に集積したシステム (Lab-on-chip) を提案した。また、半導体微細加工技術を適用して、検体導入用のマイクロポンプ・分離フィルターおよび検出用微細電極の各超小型部品を試作した¹⁾(図表)。

検体導入用のマイクロポンプは、導電性ポリマー・電解質・金属電極で構成され、導電性ポリマーと金属電極間に電圧を印加することで、電解質と導電性ポリマー間でイオンが移動し伸縮する原理を用いている。これを積層したマイクロポンプは、SNP 検出に十分な量の検体を送り出せる、20MPa の出力圧と 2.6 μ L/min の流速を示した。検体の導入後、検出しようとする複数の SNP 付近の DNA を、それぞれ長さが異なる DNA として写し取った後、それぞれの SNP を含む DNA 断片をフィルターによって分離した。分離フィルターは、最先端のリソグラフィー技術を適用して、Si ウェ

ハー上に、直径 2 μ m、間隔 1 μ m、高さ 25 μ m の高アスペクト比の Si ピラーを高密度で形成したものである。このフィルターで、長さの異なる DNA を 50 塩基対の高精度で分離できることを確認した。SNP の検出には、SNP の存在下で生成するリン酸化合物起因の酸化還元反応を利用した電気化学的測定方法を採用している²⁾。検出電極を Au と Ti 薄膜で構成し微細化することで、センサを超小型化することができた。0.5 μ L の極少量の検体から SNP が検出できることを確認し、設計上最も小さなもので 2.5x4cm² のセンサチップがウェハー上に集積できるとしている。極少量の検体で SNP の高速検出が可能となれば、装置の省スペース化により医療現場へ普及すると期待できる。

図表 今回発表された超小型 SNP センサチップの構成



参考文献^{1, 2)}を基に科学技術動向研究センターにて作成

- 参考 1) M. Op de Beek, et., al, "Design and fabrication of a biomedical Lab-on-Chip system for SNP detection in DNA", IEDM2010, p.824-p. 827, (2010)
 2) H. Yaku, et., al, "Design of allele-specific primers and detection of the human ABO genotyping to avoid the pseudopositive problem", Electrophoresis, 29, 4130 (2008)